**Episteme**
Publicação do
**GRUPO INTERDISCIPLINAR EM FILOSOFIA E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS**
Instituto Latino-Americano de Estudos Avançados
Programa de Apoio a Grupos Interdisciplinares – PROPESQ/UFRGS
**n. 10 jan./jun. 2000.**



**Capa de:** Carla Luzzatto
**Ilustração da capa:** infografia de Jorge Barcellos a partir de trabalho de Laurent La Hire, "Astronomia" (1650, Museu de Belas Artes de Orleáns)
**Editoração Eletrônica**: ComTexto Editoração Eletrônica
**Apoio**:
**PROGRAMA DE APOIO À EDITORAÇÃO DE PERIÓDICOS / UFRGS**

**Periodicidade**: semestral
**Tiragem:** 1.000 exemplares
**Forma de aquisição**: R$ 12,00 (ver "como adquirir" em http:www.ilea.ufrgs.br/episteme/ ou contatar endereço, telefone, fax ou e-mail abaixo)

**GRUPO INTERDISCIPLINAR EM FILOSOFIA E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS**
**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE ESTUDOS AVANÇADOS/UFRGS**
Campus do Vale, Prédio 43 322 sala 104 - Av. Bento Gonçalves, 9500
Porto Alegre, RS 91509-900 Brasil - Fax (51) 316-7155 e 316-7156
Fones (51) 316-6941 e 316-6945
E-mail: **gifhc@ilea.ufrgs.br**
URL: **http://www.ilea.ufrgs.br/gifhc**
**http://www.ilea.ufrgs.br/episteme/**

## SUMÁRIO

**EPISTEME: FILOSOFIA E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS *EM REVISTA*** dedica seu número 10 à temática da *Ciência e tecnologia: explorando novas dimensões conceituais*, discutida em simpósio internacional realizado de 27 a 30 de outubro de 1999, em Porto Alegre, promovido pelo Grupo Interdisciplinar em Filosofia e História das Ciências, editor desta revista. Compartilhando com nossos leitores os seus resultados, trazemos a este número trabalhos representativos dos temas debatidos por pensadores de reconhecida atuação na área em três conferências e cinco mesas-redondas, gravitando em torno a cinco pontos centrais às discussões contemporâneas sobre a ciência: a relação entre o "real" e o "virtual" na prática científica, o "construcionismo social" e a agenda tradicional da Filosofia da Ciência, o papel da História da Ciência para a compreensão da ciência, os limites entre ciência e ética, e a discussão de propostas para uma política de ciência e tecnologia neste fim de milênio.

Abrindo nossa coletânea de textos, em *Conversando com Ian Hacking* trazemos uma entrevista exclusivamente concedida a EPISTEME por uma das figuras mais marcantes do pensamento filosófico atual e que brindou nosso simpósio com sua brilhante participação. Num bate-papo com *Anna Carolina K. P. Regner*, *Ian Hacking* fala-nos sobre sua trajetória e projetos filosóficos, sobre como vê a Filosofia e História da Ciência hoje e sobre a contribuição de sua obra aos enfoques que referenciam a área.

Ao longo da leitura oferecida neste número, serão focalizadas questões de natureza epistemológica e filosófica, como a do "realismo" científico, que não pode hoje ignorar a "virtualidade" da ciência como seu elemento constitutivo, levando a repensar as tradicionais distinções "teoria/experimento", "sujeito/objeto", "pesquisa acadêmica / produção industrial", "pesquisa básica / pesquisa aplicada" e a questão da "construção do real", com suas implicações sociais, bem como sua inevitável "contextualização histórica". *Timothy Lenoir,* em *Science Matrix 2000: the Fusion of the Digital and the Real in Contemporary Scientific Practice,* pergunta se estamos no limiar de uma nova Renascença, uma renascença "pós-humana", sob o impacto das novas tecnologias, transformando nossa noção do "real", de nosso "corpo", redefinindo "comunidade" e o que entendemos por "nós mesmos", juntamente com uma profunda transformação no nosso próprio conceito de "ciência". Podemos, então, perguntar: entre o "real" e o "virtual", onde está a ciência? Como entender as relações entre "realismo" e "ciência"? *Rodolfo Gaeta* propõe-se a clarificar o que está envolvido nesse questionamento, em *Realismo y ciencia*, na perspectiva do estabelecimento de uma distinção entre sua colocação no plano empírico e no metafísico.

Uma nova pauta de questões ou, pelo menos, novas abordagens sobre a natureza e prática da ciência parecem impor-se, levando-nos a focalizar a agenda tradicional da

filosofia da ciência face às problematizações que emergem de nossa realidade histórica e social, e a refletir sobre o papel da história da ciência para as nossas novas compreensões. A "história da ciência" surgiu no palco contemporâneo das indagações filosóficas sobre a ciência produzindo profundas modificações nas nossas compreensões. *Vassiliki Betty Smocovitis,* em *Where Are We? Some Closing Thoughts on the History of Science and Technology in the End of the Millenium,* examina o impacto causado pela história da ciência e tecnologia e nos proporciona uma reflexão crítica sobre o novo panorama que se delineia, retratado por várias das discussões levantadas no referido simpósio. *Roberto de Andrade Martins* examina as tendências recentes de desenvolvimento da historiografia da ciência, procurando fazer previsões sobre o desenvolvimento da área no início do século XXI e antevendo, para um futuro próximo, uma queda da hegemonia da atual abordagem sociológica e uma coexistência pacífica entre várias abordagens metacientíficas distintas. *Víctor Rodríguez* explora uma das vertentes de interesse à compreensão da atividade científica que podemos encontrar no trabalho com a história da ciência, tomando o caso da história da astronomia e de nossa imagem científica do cosmos para examinar o conceito de "descobrimento" em *Descubrimientos y heurísticas en Astronomia*.

Sob diferentes ângulos, os novos questionamentos levam a perguntar sobre a ética da prática e da socialização dos resultados da ciência, sobre seus valores, parâmetros e dimensão política. *Alberto Cupani*, a partir de uma análise das noções de "ciência", "ética" e "política", examina, em *Limites da ciência?*, a pretensão de se estabelecer os limites do desenvolvimento científico e tecnológico à luz de razões éticas e políticas, vinculando a possibilidade desse estabelecimento a uma transformação social que redistribua os papéis e o controle do saber. *Joaquim Clotet* detém-se nos aspectos referentes aos limites éticos das ciências biomédicas, levando a ver, em *Ciência e ética: onde estão os limites*, que os limites que acompanham o desenvolvimento e a aplicação da ciência, decorrentes dos direitos humanos e dos valores humanos (liberdade, autonomia e dignidade), ao invés de destruírem, orientam e desafiam o bom desempenho da ciência. Em *Rompendo os limites entre ciência e ética*, o autor *José Roberto Goldim* aborda a questão da ética desde a consideração do conhecimento científico visto sob três formas diferentes: como conhecimento proibido, sem limites e perigoso, a partir da situação dos comitês de ética na elaboração de padrões de avaliação para liberação de projetos. No que se refere ao dimensionamento político do desenvolvimento da ciência e tecnologia, *Sergio Weingarten* em *Ciência e tecnologia: estratégia e neo-desenvolvimentismo* propõe-se a analisar o "desenvolvimentismo" enquanto principal ideologia da modernidade no Brasil e sua leitura leva-nos a ressaltar a necessidade do dimensionamento político para a geração e sustentação do desenvolvimento científico e tecnológico e de uma visão crítica da rede "globalizada" das relações de poder.

Seguindo a temática deste número, em nossa seção de resenhas *Maria Lúcia Castagna Wortmann* traz, com *Uma outra história sobre o processo de construção da síntese evolutiva*, um convite à leitura de *Unifying Biology: The Evolutionary Synthesis*

*and Evolutionary Biology*, da autora *Vasssiliki Betty Smocovitis*, introduzindo-nos a uma nova visão deste marco histórico do pensamento biológico. E, em *Ciência e valores: retomando o fôlego da questão*, o pensamento de *Hugh Lacey* em *Is Science Value Free? Values and Scientific Understanding* é apresentado por *Anna Carolina K. P. Regner* como demarcador de questões referenciais tanto a uma filosofia analítica da ciência e dos valores, quanto a uma reflexão moral sobre o lugar da ciência na sociedade contemporânea.

***Anna Carolina K. P. Regner***
***Editora***

# CONVERSANDO COM IAN HACKING

*Anna Carolina K. P. Regner**

Ian Hacking é um dos referenciais no panorama filosófico contemporâneo, com uma contribuição que, com certeza, o ultrapassará no tempo. Tivemos o imenso prazer de contar com sua participação em conferência e mesas-redondas no simpósio internacional "Ciência e Tecnologia: explorando novas dimensões conceituais", que teve lugar na UFRGS, de 27 a 30 de outubro de 1999, coordenado pelo Grupo Interdisciplinar em Filosofia e História das Ciências, que publica *Episteme*. Colhemos então a oportunidade para entrevistá-lo, em uma conversa que começou no *Brique da Redenção*, em Porto Alegre, dia 31 de outubro, e se estendeu, eletronicamente, até fins de fevereiro de 2000.

Compartilhamos com nossos leitores a satisfação de conhecer um pouco mais de Ian Hacking. De sua longa lista de trabalhos, impossível de ser aqui enumerada, deixemos que ele mesmo faça os devidos destaques. Embora recuse ser rotulado de historiador ou filósofo da ciência – aliás, recusar rótulos a favor de cuidadosas análises tem sido uma característica de seu pensamento – marcou definitivamente o que se faz nessas áreas. Está à frente das discussões que trouxeram um novo enfoque à reflexão filosófica sobre a ciência neste fim de século. A título de exemplo, veja-se que toda a problemática referente à relação teoria-experiência e questões gravitantes em torno dessa relação ganharam uma nova e decisiva dimensão com seu *Representing and Intervening*. Agora, seu *The Social Construction of What?* traz uma detida análise de tema que recheia boa parte da literatura contemporânea na área, fugindo ao desgastado eixo da polêmica Sokal-Latour.

A par de seus trabalhos sobre questões bastante afeitas às chamadas ciências naturais, sobressai seu interesse 'humanista' sobre o modo como classificamos as pessoas e o efeito nelas produzido por nossas classificações. Afora as contribuições daí advindas para áreas das chamadas ciências humanas, como em *Rewriting the Soul* e *Mad Travelers*, o interesse filosófico de sua obra é mais abrangente. A usar sua própria expressão, tem a ver com reflexões sobre a natureza humana, enquanto moldada por nossas classificações e pelo seu impacto sobre nós – o que só pode aumentar no próximo século. Podemos acrescer que suas reflexões igualmente nos levam a rever distinções epistemológicas tradicionais relacionadas a critérios classificatórios e sua aplicação, repercutindo, inclusive, nas usuais distinções entre ciências naturais e sociais. A relevância e o prazer da leitura e conversa com Hacking residem, em boa parte, na sua capacidade de conjugar a preocupação e vividez

*Departamento de Filosofia do IFCH/UFRGS e do PPG em Psicologia Social e Institucional/UFRGS. Coordenadora do GIFHC do ILEA/UFRGS, Brasil. *E-mail:* aregner@portoweb.com.br

contextual com uma reflexão cujos resultados não se esgotam no imediato. Como ele próprio o diz, embora escreva peças ocasionais, as escreve não para curto, mas para médio prazo. Mas, além disso, gostaríamos que nossa entrevista também passasse ao leitor algo da estatura de Ian Hacking como pessoa. Aprendemos não só de seus pensamentos, mas de seu exemplo como um pensador profundamente 'humano'.

**Anna Carolina** – *Quem é Ian Hacking? Hacking falando de Hacking ...*

**Ian Hacking** – Ian Hacking nasceu em 1936, em Vancouver, Canadá. Obteve o *B.A.* (grau de Bacharel em Artes) em matemática e física, pela University of British Columbia, em 1956. O *B.A.* em *Moral Sciences* pela Cambridge University, em 1958. O Doutorado em Filosofia pela Cambridge University, em 1962. Lecionou na University of British Columbia, na Makerere University College, em Uganda, na Cambridge University e na University of Toronto. Foi recentemente eleito para uma cadeira no Collège de France. Seus livros incluem *Logic of Statistical Inference* (1965), *Why Does Language Matter to Philosophy?* (1975),* *The Emergence of Probability* (1975), *Representing and Intervening* (1983), *The Taming of Chance* (1990), *Le Plus pur nominalisme* (1993), *Rewriting the Soul* (1995), *Mad Travelers* (1998), *The Social Construction of What?* (1999).

**Anna Carolina** – *Na sua visão, quais são as questões filosóficas mais importantes hoje?*

**Ian Hacking** – Realmente, não tenho visões em 'abstrato' sobre as questões filosóficas mais importantes hoje. Poderia alguém dizer, quando Wittgenstein estava compondo as *Philosophical Investigations,*** quais eram as questões filosóficas mais importantes àquele tempo? Apesar disso, sinto grande satisfação em indicá-las (refere-se às *Investigações Filosóficas*) como a contribuição filosófica mais importante daqueles dias, ou, mesmo, do século. Posso falar sobre temas a respeito dos quais tenho pensado nos últimos dez anos e que continuarão a ocupar-me – por exemplo, sobre o modo como classificamos as pessoas e o efeito que isso produz nelas. Mas ninguém, nem mesmo eu, diria que essa é uma questão filosófica central, hoje. Penso que seja importante porque nosso conhecimento das pessoas, freqüentemente expresso em nossas classificações, tem um enorme efeito sobre nós e isso pode apenas aumentar no próximo século. Assim, a minha questão está profundamente relacionada com o que uma vez se chamou de natureza humana, exceto por admitir que nossas naturezas são moldadas pelos nossos conceitos. É uma atitude altamente existencialista – nós não nascemos com essências, mas as formamos no mundo social.

**Anna Carolina** – *Apesar de você dizer que não é um filósofo da ciência, você é um dos maiores referenciais nessa área.* Por que a linguagem interessa à filosofia?*, bem como* Representing and Intervening*, e, agora,* The Social Construction of What? *são marcos para as discussões em Filosofia da Ciência. Como você vê as relações entre seu trabalho e a Filosofia da Ciência?*

---

**Por que a linguagem interessa à filosofia?* São Paulo: UNESP, 1999.

***Investigações Filosóficas.*

**Ian Hacking** – A sua pergunta lembra-me que eu disse não gostar de ser cunhado como 'filósofo da ciência'. Penso de mim como sendo um filósofo. Vejamos se essa é uma boa auto-imagem. Nunca tive um treinamento formal em Filosofia da Ciência, embora tenha freqüentado as aulas de R. B. Braithwaite. Minha tese doutoral consistiu de duas partes separadas, a prova de um teorema em lógica modal e um trabalho derivado de *Remarks on the Foundations of Mathematics,* de Wittgenstein. Penso que um dos meus artigos mais interessantes é 'What is Logic?' (*Journal of Philosophy*, 1981), reimpresso como o último de uma coleção de artigos introdutórios para estudantes de filosofia da lógica e como o primeiro artigo noutra coleção destinada a estudantes avançados de pós-graduação. Esse é, exatamente, o lugar adequado para esse artigo, acessível a alunos de graduação interessados, mas também útil ao especialista. Isso acontece porque, bem, é um trabalho de filosofia.

Mas três livros sobre probabilidade! Isso não prova que sou um filósofo da ciência? Todavia, quando escrevi *Logic of Statistical Inference*, o tópico estava recém vindo à tona como parte da 'filosofia da ciência': um artigo meu fora o primeiro artigo sobre inferência estatística a aparecer no *British Journal for the Philosophy of Science* ou no *Philosophy of Science*. Hoje há uma quantidade enorme deles, mas não faço exatamente parte de um ramo bem estabelecido de Filosofia da Ciência; auxilio, junto com vários outros, a estabelecê-lo. Os outros dois livros, *Emergence* e *Taming* não contam presentemente como filosofia da ciência 'profissional'; algumas pessoas os colocam na história, mas eles também não pertencem a esse ramo. Se eles forem qualquer coisa, serão 'arqueologia' no sentido de Michel Foucault, parte de um projeto que ele chamou 'História do Presente'.

*Why Does Language Matter to Philosophy?* (*Por que a linguagem interessa à filosofia?*) não é filosofia da ciência, mas filosofia da linguagem. *Representing and Intervening* é o único livro situado na vertente dominante de Filosofia da Ciência que escrevi, mas observe que a contribuição principal (*Intervindo*) não pertencia a essa vertente quando o livro foi publicado. Ele auxiliou a inaugurar o estudo sério da ciência experimental, hoje uma indústria florescente. Os dois livros sobre a loucura são, talvez, contribuições à filosofia da psiquiatria, mas, comumente, não são considerados como contribuições à Filosofia da Ciência. *The Social Construction of What?* dedica seu terceiro capítulo a questões correntes sobre o construcionismo social nas ciências, mas é o único dos quatro capítulos centrais a fazê-lo. Os capítulos adicionais, principalmente o novo Capítulo 8 – sobre 'pedras'– , aumentam a proporção de filosofia da ciência no livro. Mas todo o livro é um comentário, não uma contribuição primária.

Algo que está mais próximo a uma contribuição direta é o meu artigo 'The Disunities of the Sciences' publicado em *The Disunity of Science*, editado por Peter Galison e David Stump (1996). Diga-se, de passagem, que nesse artigo eu exortei a que revertêssemos à denominação original, usada por William Whewell em 1840, no início do primeiro livro da filosofia moderna dedicado à ciência. Ele regularmente escreve sobre 'a filosofia das ciências'– no plural.

Assim, penso que o fato de ter escrito alguns livros e uns poucos artigos que se situam na filosofia das ciências, como concebida pelos 'profissionais', mostra apenas que eu sou um filósofo. *Rewriting the Soul* não foi resenhado em nenhuma revista de filosofia da ciência. Duvido que *Mad Travelers* tampouco o seja – apesar disso, foi-lhe dedicado bastante espaço e resenhas muito generosas em revistas de interesse geral como *The New York Review of Books*, *The London Review of Books* e *The Times Literary Supplement*. De fato, penso que os editores de New York e London *Reviews of Books* apanham muito melhor quem eu sou do que os filósofos. Publiquei 15 longos textos no *New York Review* e nenhum dos livros que discuti foi, tanto quanto o sei, resenhado em revistas de filosofia da ciência. E apenas dois de meus 15 textos no *London Review* examinaram livros examinados em jornais de filosofia da ciência. *Os editores contrataram-me como filósofo, não como 'filósofo da ciência'* (destacado pelo entrevistado).

Para concluir, você pergunta: 'Como você vê as relações entre seu trabalho e a Filosofia da Ciência?' Fiz uma contribuição maior, *Representing and Intervening.* Fiz uma contribuição importante, *Logic of Statistical Inference* e, de tempos em tempos, escrevo ensaios que, espero, contribuam à área.

**Anna Carolina** – *Se você escrevesse* Why Does Language Matter to Philosophy? *e* Representing and Intervening *hoje, você lhes modificaria alguma coisa?*

**Ian Hacking** – Se eu escrevesse *Why Does Language Matter to Philosophy?* e *Representing and Intervening* hoje, modificaria eu alguma coisa neles? Essa pergunta pressupõe que faria sentido escrevê-los hoje. Não faria sentido. *Why?* É a versão escrita de palestras dadas em um dado momento, quando eu tinha algo a dizer naquele momento. Diferentemente da maioria das peças ocasionais, continua a ser interessante aos jovens que a pegam pela primeira vez. Penso que seja, em um sentido que não entendo, um *livro jovem* (destacado pelo entrevistado). Estou muito feliz que esteja aparecendo no Brasil, onde espero continuar a proporcionar entusiasmo e entendimento aos jovens, os quais seriam menos auxiliados por um trabalho mais atualizado e balançado. *Cambridge University Press*, satisfeita com a venda de *Why?*, de tempos em tempos pede-me uma edição revisada – mais isso distorce totalmente a natureza do livro.

Quanto a *Representing and Intervening*, foi um manifesto a favor do estudo da ciência experimental e, a esse respeito, é hoje completamente desnecessário. Ele continua a ser lido devido à paixão e ao prazer com que foi escrito, por volta de 1980, mais uma vez, em grande parte, de palestras proferidas, naquele momento, em Stanford. Não posso me imaginar escrevendo qualquer coisa parecida, agora.

Há alguma coisa de que me arrependa ao escrever qualquer um desses dois livros? Detalhes sem importância, embora eu, certamente, não volte atrás para lê-los com muita atenção; para mim, eles existem antes na memória do que na página. O que devo fazer, em breve, é mostrar como meu 'argumento experimental em prol do realismo científico' (também chamado 'realismo de entidade') é inteiramente consistente com meu artigo The Self-Vindication of the Laboratory Sciences'(por

volta de 1990), publicado na coleção de Andy Pickering, de 1991, *Science as Practice and Culture*. A maioria dos filósofos não pode ver como os dois estão entrelaçados e tenho que corrigir isso.

**Anna Carolina** – *Como a História da Ciência se enquadra em sua Filosofia da Ciência?*

**Ian Hacking** – Como a História da Ciência se enquadra em minha Filosofia da Ciência? Não penso que *Emergence, Taming, Rewriting the Soul*, ou *Mad Travelers* contem como 'filosofia da ciência'. Antes, penso que não contem. Mas certamente dizem respeito às ciências. Todos os quatro livros são, em parte, contribuições ao que Michel Foucault chamou arqueologia, da qual a história é uma parte. Mas o projeto principal é o que ele chamou de 'história do presente'.

**Anna Carolina** – *Como você vê a si mesmo: é um construcionista social ou não? A sua pontuação de 2, 4, 3*[***] *parece dar uma certa vantagem a seu lado construcionista. Está correto?*

**Ian Hacking** – Sou ou não sou um construcionista social? (ouço você e outros pensando, 'Que se dane! Você é um reconstrucionista social!'). Como posso explicar mais claramente do que o fiz no livro que não vejo muita utilidade nesse rótulo? Natureza, pessoas, sociedade são complexas. Por que devo eu ser tão simples a ponto de que alguém possa me taxar como este ou aquele '-ista'?

Aprendo com pessoas que se identificam como construcionistas sociais e aprendo de dedicados realistas (ainda penso que meu argumento experimental a favor do realismo científico é um bom argumento). Na sua resenha de *Mad Travelers* para TLS, Louis Sass diz que tento com dificuldade separar minhas visões (sobre doença mental) das dos construcionistas. Certo – mas note que eu estava falando apenas sobre o que chamo de doenças mentais transitórias, que ocorrem apenas em um dado tempo e lugar (a anorexia seria um exemplo). As idéias de construção social são, para mim, muito mais apropriadas para anorexia do que as da biopsiquiatria genética. David Bloor, o originário sociólogo do conhecimento científico de Edinburgh, resenhou *The Social Construction of What?* para o *Canadian Journal of Philosophy*; ele conclui que sou um racionalista do Iluminismo, não reconstruído (à base do que eu disse sobre Sahlins / Obneyeskerere). Você julga que minha auto-avaliação no Capítulo 3 coloca-me levemente do lado do construcionismo. Bem, eu disse o que disse e deixo aos leitores formarem sua própria opinião. Eu esperava que *What*? encorajasse as pessoas a pensarem por si mesmas, mas não fui inteiramente bem-sucedido. Obtive uma boa porção de respostas do tipo reflexo patelar. Mas como, além disso, ainda que escreva peças ocasionais, como o livro em discussão, as escrevo não para curto, mas para médio prazo, ainda há esperança!

**Anna Carolina** – *Na sua visão, quais, se há algum, são os problemas enfrentados pela agenda tradicional da Filosofia da Ciência?*

---

***Conforme o Capítulo 3, de *The Social Construction of What?*, resenhado na edição n. 9 de *Episteme*.

**Ian Hacking** – Quais são os problemas com a agenda tradicional da Filosofia da Ciência? Penso que os filósofos norte-americanos da ciência e, conseqüentemente, muitos que, noutros lugares, sentem-se sob a hegemonia norte-americana, levam os alemães a sério demais. Ainda estão tomados pela idéia de que uma discussão do significado e da referência ajuda a elucidar as ciências. Os ingleses deveriam ter prospectos melhores porque, nas loterias da imigração, ganharam os anárquicos, selvagens, brilhantes, divertidos e perturbadores refugiados do império austro-húngaro – Popper, Lakatos, Feyerabend, Neurath – todos eles, incluindo mesmo o último mencionado, em minha opinião, concluíram que o estudo dos significados não iluminava as ciências. Ainda que, certamente, aquele austríaco maior, Wittgenstein, ensinasse em que medida os significados são de interesse, quantos 'filósofos da ciência' leram e refletiram sobre o trabalho mais recente de Ludwig Wittgenstein?

**Anna Carolina** – *Poderia nos contar um pouco mais sobre as influências de Wittgenstein e Foucault em você?*

**Ian Hacking** – Influência de Foucault e Wittgenstein. Michel Foucault é muitas coisas para muitas pessoas, em parte porque nós vivemos muitas vidas. Encontrava-me com ele de tempos em tempos e sempre o encontrava extremamente generoso. O Foucault que eu via era um humanista com poderes e engenhosidade extraordinários, que vivia uma vida bastante ordinária (lembro-me dele cozinhando uma caçarola de nozes para nosso jantar no seu apartamento na Rue Vaugirard). Ele viveu muitas outras vidas que apenas vi rápida e ocasionalmente e que eram vividas em mundos totalmente desconhecidos para mim.

Primeiro li *Madness in the Age of Reason* – uma abreviação imperfeita do livro em francês – porque meu amigo André Gombay me deu um exemplar quando estávamos lecionando em Uganda. Isso deve ter sido em 1968. Deve ter causado um grande impacto em mim, mas o livro que realmente prendeu minha imaginação foi *Les Mots et les choses*. Anteriormente, eu não tinha interesse em trazer à minha filosofia qualquer dimensão histórica. Flertava com Leibniz porque me sentia fascinado pelas suas idéias e ambições enciclopédicas. Talvez eu sentisse a mesma simpatia pelo homem que Bertrand Russell deve ter sentido quando proferiu suas brilhantes palestras sobre Leibniz em 1900. Eu tinha o devaneio, realizado por alguns anos, de escrever um *paper* sobre Leibniz todos os anos – o *paper* trataria de um problema que Leibniz haveria tratado em sua vida, na mesma idade que eu teria quando o estivesse escrevendo. Aquele trabalho fora, como quase todos os estudos leibnizianos realizados tanto àquela época como hoje, totalmente a-histórico, quase anti-histórico. Como a maioria dos filósofos analíticos de então e de agora, nunca me ocorrera que o contexto pudesse ter a menor relevância à filosofia. Certamente, dever-se-ia saber quais os problemas na filosofia técnica estavam sendo discutidos ao tempo em que Leibniz escreveu, mas isso era tudo.

*Les Mots et les choses* mudou isso tudo para mim. Quando voltei ao Ocidente e comecei a lecionar em Cambridge, ofereci, por exemplo, um curso sobre Leibniz do qual ainda possuo as anotações – oito capítulos densos e, penso eu, ainda

interessantes, cada um correspondendo a uma semana de aulas. Mas eu começava a pensar de um modo fortemente influenciado por Foucault. O primeiro resultado publicado foi minha conferência dada à Academia Britânica em 1973, 'Leibniz and Descartes: Proof and Eternal Truths'. Sua sentença final, apocalíptica, expressa o primeiro fluxo de entusiasmo, uma mistura alegre, ou mesmo adolescente, de Foucault e Wittgenstein. Divertiu-me, quando essa peça foi publicada na Alemanha, o tradutor me escrever, freneticamente perguntando: "o que é um *flybottle*? Não posso achar essa palavra no meu dicionário!" *Why Does language Matter to philosophy?* e *The Emergence of Probability* foram ambos publicados em 1975. É óbvio que ambos os livros foram escritos por alguém que, para o melhor ou para o pior, havia lido *Les Mots et les choses*.

Quando deixei Cambridge, em 1975, dei uma espécie de palestra minguada no Clube de Ciências Morais, chamada 'One Way to Do Philosophy', na qual argumentei que toda uma classe de problemas filosóficos resultavam de uma memória quase consciente de esquemas conceituais prévios. Uma nova configuração de idéias era criada no curso de uma ruptura com uma configuração precedente e os problemas filosóficos embutidos nessa nova organização, dos quais parecia que não se poderia escapar, eram, de fato, detritos de uma família de idéias precedente. O artigo (*paper*) sobre Descartes e Leibniz fora uma primeira tentativa a respeito dessa noção bizarra. Veja que eu ainda penso em tal projeto em termos de análise filosófica. Mas não é mais uma análise de conceitos tomados abstrata e atemporalmente. Ao invés disso, para mim, um conceito é uma palavra situada e as situações em que se encontra incluem não apenas sentenças que podemos gramática e inteligivelmente pronunciar agora, mas também sentenças que ocorreram no passado, bem como as situações em que foram pronunciadas, por quem e com que autoridade – situações (*sites*) no entendimento mais generoso dessa noção. Algo do aparato da *Archaelogy of Knowledge* de Foucault estava implícito aí, mas nunca achei muito satisfatórios os esforços do próprio Foucault para dizer o que ele estava fazendo.

Obviamente, há muitas outras coisas que peguei de Foucault ao longo dos anos, mas a idéia da 'arqueologia'– antes que a do que ele chamou 'genealogia'– foi o que me pegou em primeiro lugar. Isso significa que sou muito mais conservador do que os leitores mais jovens de Foucault.

Devo, contrastando com o que acabei de dizer, falar pouco sobre Wittgenstein. Fui influenciado por Wittgenstein não porque tenha freqüentado cursos sobre ele. Ele estava no ar. Os primeiros filósofos que encontrei haviam todos lhe conhecido bem, mas não 'ensinavam' Wittgenstein, nem mesmo sugeriam que eu o lesse. Simplesmente, lê-lo era o que os jovens faziam. Assim, não há nada de que eu possa me lembrar sobre o que adquiri de Wittgenstein. Para mim, trata-se apenas de um modo de pensar e não tenho nada a dizer em termos de alguma generalidade. Quase que a única coisa que publiquei sobre o último livro de Ludwig Wittgenstein é um texto sobre sua psicologia filosófica, o qual apareceu no *New York Review of Books* (onde também

apareceu um dos meus poucos textos sobre Foucault; comentários, sempre os escrevi para o editor).

**Anna Carolina** – *Quais são os seus planos filosóficos no momento? A que tipo de questões em particular você vai dirigir sua atenção?*

**Ian Hacking** – Quais são meus planos filosóficos, no momento? Primeiro, completar o trabalho a que me referi ao responder sua segunda questão. Esse trabalho começou com uma palestra intitulada 'Making Up People' proferida em 1983 e publicada em *Reconstructing Individualism*, editado por Tom Heller, em 1987. O outro projeto vai saldar minhas notas promissórias sobre estilos de raciocínio, projeto que começou com 'Language, Truth, and Reason', escrito em 1981 e publicado em *Rationality and Relativism*, editado por Martin Hollis e Steven Lukes, em 1982. Você verá que meu trabalho, se alguma vez for concluído, é, definitivamente, para *longue durée* (longa duração). Na discussão que levou à criação de uma cátedra para mim no Collège de France, ficou claro que esses seriam os tópicos com que eu me ocuparia nos próximos anos.

**Anna Carolina –** *Muito obrigada, professor Hacking!*

# LIMITES DA CIÊNCIA?

*Alberto Cupani*[*]

**RESUMO**

A necessidade de estabelecer os limites do desenvolvimento científico e tecnológico é, amiúde, pensada e discutida em nome de razões éticas e políticas. Examino aqui brevemente o sentido dessa pretensão com base em uma análise das noções de ciência, ética e política.
**Palavras-chave**: limites da ciência; ciência e ética; ciência e política.

**ARE THERE LIMITS TO SCIENCE?**

The demand to set up the limits of scientific and technological development is often thought and discussed on behalf of ethical and political reasons. I here briefly examine the meaning of such a claim by means of an analysis of the notions of Science, Ethics, and Politics.
**Key words**: limits to science; science and ethics; science and politics.

Toda vez que se discutem problemas éticos e políticos suscitados pelo desenvolvimento científico (melhor dizendo: tecnológico), surge no horizonte intelectual a pergunta pela necessidade de "pôr limites" à ciência. Ora, que limites seriam esses? Limites à ciência entendida de que maneira? E – nem por último – quem imporia os tais limites?

Por "ciência" podemos entender, certamente, diversas coisas. Uma atividade social endereçada à obtenção de uma representação sistemática e confiável do mundo, de valor intrínseco (a denominada "ciência pura"), ou bem o conhecimento por ela gerado, entendido como uma entidade de existência quase autônoma, à medida em que não depende – quanto ao seu significado – das peculiaridades dos seres humanos que a produzem e utilizam (conhecimento "objetivo"). Podemos entender também por "ciência" o esforço inquiridor destinado a resolver, com o mesmo espírito, problemas práticos ("ciência aplicada"), ou bem a utilização do conhecimento científico mediante a qual influenciamos ou transformamos materiais, eventos e atividades (tecnologia). Por outra parte, "ciência" pode evocar a idéia das atividades antes mencionadas, realizadas conforme determinados padrões técnicos e éticos que lhes supomos

[*]Departamento de Filosofia, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil. *E-mail*: cupani@cfh.ufsc.br

essenciais (v.g, o rigor, a criatividade, o desinteresse), ou bem práticas que, na sua efetiva ocorrência, são tão "demasiado humanas" quanto quaisquer outras (ciência rotineira, descuidada, aparente, "suja").

Proponho aqui utilizar a seguinte noção de "ciência" que parece-me vincular às diversas acepções da palavra antes mencionadas. A ciência é uma atividade social produtora de um saber objetivo, resultante da combinação da observação sistemática, experimental ou quase experimental, e o raciocínio lógico-matemático. Trata-se de um saber que permite o controle teórico e prático da realidade, entendendo por "controle" a situação em que algo fica à disposição de um outro, para fins deste último. Para esse saber, tudo é potencialmente objeto de domínio. Um tal saber, formulado de modo a transcender toda peculiaridade humana outra que a necessária competência profissional, é em si mesmo alheio a certas considerações denominadas morais (como a justiça ou o respeito), obedecendo apenas à tendência a fazer tudo quanto pode teoricamente ser feito (incluindo investigar o que mais pode ser conhecido). Melhor do que "desinteressado" cabe chamá-lo "despreocupado" (O. Ullbrich). O saber científico é indefinido saber instrumental. Por tal razão, é cada vez mais difícil distinguir, na prática, a ciência básica da ciência aplicada e da tecnologia. Esse saber prospera em um determinado tipo de sociedade, sendo ali instrumento de grupos diversos na perseguição dos seus objetivos próprios e, ao mesmo tempo, fator que influencia, de diversas maneiras, a vida de todas as pessoas (e mais amplamente, o meio ambiente). A ciência é hoje principalmente pesquisa aplicada ou produção tecnológica, e a investigação básica é estimulada ou permitida porque se a supõe implicitamente aplicável. De resto, inúmeros exemplos indicam que, seja "pura" ou "aplicada", a ciência nem sempre é cultivada de maneira rigorosa e honesta (conforme seus próprios padrões de qualidade), de modo que o conhecimento científico nem sempre é confiável (isto é, pode ser inseguro, não suficientemente testado, ou redondamente falso).

O saber científico difere, como é notório, do saber vulgar ou ordinário, resultante da experiência básica de sobrevivência e comunicação das comunidades humanas. Este saber é também objetivo, embora muito menos que o científico. Contudo, os seus defeitos – neste sentido – são visíveis e rejeitáveis em grande medida por contraste com o saber científico. Quero dizer que, assim como o saber científico é literalmente exato, rigoroso, bem testado, desinteressado, etc., apenas quando pensamos na sua imagem idealizada, o saber vulgar é insuficiente apenas quando o concebemos reconstruído pela crítica científica e filosófica, que o considera como mero antecedente da ciência. Em todo caso, o saber vulgar existe hoje, tanto em nível planetário quanto nas sociedades marcadas pela ciência, como um saber subalterno. Além do mais, nessas últimas sociedades o saber ordinário está impregnado de ciência vulgarizada.

Em todas as sociedades existem também outras duas formas de saber, uma endereçada a fazer com que o indivíduo se assimile a determinado modelo de excelência (a formação profissional de acordo com um certo ideal de qualidade; a obtenção da "cultura", o cultivo da personalidade moral), e outra que aspira a dar sentido último à

vida humana (como nas religiões, em certas filosofias e nas ideologias humanistas). O "saber de formação" e o "saber de redenção" (M. Scheler) encontram-se atualmente subordinados ao "saber de domínio" constituído pela ciência. Ou bem aqueles são negados em sua validade (como quando se desqualifica cientificamente as pretensões dos credos religiosos, ou se hostiliza a cultura "meramente literária"), ou bem são reinterpretados desde o espírito da ciência. Esta última passa a ser a panacéia, a cultura humana é entendida em termos de "civilização", e a sociedade tecnológica se converte no ideal da existência humana.

*

Também por "ética" podemos entender diversas coisas. Basicamente, a palavra pode designar, ou bem o código moral de uma determinada sociedade (isto é, o sistema de mandatos e interdições que dizem respeito a uma vida "correta", conforme um determinado ideal), ou bem o esforço de fundamentar teoricamente um sistema de normas morais (ética teórica, filosófica ou teológica). Um código moral pode ser efetivamente praticado em uma sociedade por ser inerente ao seu funcionamento (como o respeito pelos contratos e pela liberdade individual na nossa sociedade) ou pode ser um código articulado como parte da justificação ideológica da organização social, tendo uma aplicação apenas circunstancial (como é o caso da solidariedade, também entre nós). A ética teórica pode, por sua vez, ser expressão daquela ideologia, ou uma tentativa de contradizê-la.

O anterior supõe que os códigos morais efetivos estão condicionados pela política de uma sociedade, entendendo por política a maneira como se organizam dentro da sociedade as relações de poder e as formas de participação nas decisões que se referem à vida em comum. Os códigos morais efetivos são aqueles concordantes com a organização de poder vigente, e os articulados têm que possuir alguma função na justificação da política. De resto, a política determina o "peso" que a conduta moral pode ter (por exemplo, se é admissível que alguém notoriamente desonesto escape de uma punição mediante artimanhas legais). Na sociedade ocidental moderna, baseada na perseguição do interesse individual identificado com o lucro indefinido, a moral vigente se reduz a uma sorte de vago contratualismo que define a honestidade e a justiça pelo respeito dos pactos juridicamente estabelecidos. A rigor, ninguém está obrigado – segundo o *ethos* da nossa sociedade – a respeitar outra coisa que os contratos, nem a ajudar os outros, nem a tratá-los como fins. Estas últimas condutas são permitidas ou alentadas tão-somente na medida em que servem os objetivos da organização política e econômica (como quando se promovem campanhas de solidariedade para exaltar a imagem de uma empresa ou partido). Outras opções morais ficam restritas ao âmbito íntimo (preocupar-se por familiares ou amigos), aos que são suficientemente abastados para permitir-se esse "luxo" (por exemplo, serem caritativos), aos que têm "pasta de herói" (como os que lutam pelos marginalizados), ou ainda, aos que são extravagantes (como os defensores dos animais), sempre à

condição de não desafiar as relações de poder. Em todo caso, a moral é cada vez mais uma questão de "consciência", vale dizer, assunto pessoal. Se houver (outra vez) uma moral social, só poderá ser por via de "consensos" (vale dizer, de acordos).

A política implica uma concepção do tipo de saber útil para o exercício do poder. Assim como na Idade Média o saber teológico – saber de salvação – permeava todas as relações sociais e o senso comum, fazendo do ateu um "insensato" (S. Anselmo) e desestimulando o saber de controle, na nossa sociedade moderna o saber científico, como modelo de saber objetivo, é o saber privilegiado. Integrada ao sistema de produção como um elemento decisivo, a ciência responde ao tipo de ética vigente, permitida por sua vez pela política vigente. Assim como nada é mais importante, na sociedade moderna, que a busca indefinida, sem travas, de um proveito cada vez maior (um ideal em tese universal, porém na prática irrealizável a não ser por poucos homens às custas da maioria), a ciência é vista e se vê a si mesma (se cabe a expressão) como busca igualmente indefinida de saber de controle, não subordinado a nenhum outro saber. E assim com a busca sem fim do proveito (vinculada ao prazer, materializado no consumo, identificado com a felicidade) parece obviamente desejável, a busca sem fim do conhecimento científico parece igualmente desejável e não menos óbvia.

*

Aqui podemos situar, finalmente, a nossa pergunta: "Ciência e Ética: onde estão os limites?"

No sentido de uma prática consubstanciada com a sociedade moderna, a ciência não tem limites nem pode tê-los. Faz parte da ética vigente que não os possa ter. A política de que depende essa ética não os consente. As tentativas de justificar limites da ciência (ou do que for), em nome de uma ética filosófica ou teológica estão condenadas ao fracasso em uma sociedade cuja mentalidade trata aqueles saberes como ilusórios. A rigor, tão-somente a ciência poderia – desde o ponto de vista da epistemologia moderna – estabelecer seu próprios limites. Mas, por que o faria? Ela, que parece constituir o supra-sumo da atitude esclarecida; ela, cujo produto vale por si mesmo. É mais lógico esperar que se realize o ideal de uma ética científica (Bunge). Para os que sonham com esta última, a ciência, longe de ser limitada pela ética, pode ajudar a ética a superar suas "limitações" teóricas (isto é, sua dependência de preconceitos, dogmas, ilusões).

Em um outro sentido, a ciência tem precisamente aqueles limites que lhe impõe a política vigente, com sua correspondente ética. Poder-se-ia dizer que são os limites da conveniência, que passa, às vezes, por normalidade. São os limites pelos quais se faz uma enorme quantidade de pesquisa com fins militares e industriais, ao passo que não alcançam os recursos para pesquisas de promoção social. Ou então os limites pelos quais a ciência é ainda impotente para curar doenças terríveis, ao mesmo tempo que essa mesma ciência nos maravilha com sua capacidade de nos oferecer uma

“realidade virtual”. São também os limites pelos quais certas nações não têm condições de fazer ciência, ao passo que outras não sabem o quê fazer com “sua” ciência. São os limites pelos quais as publicações científicas de real qualidade são poucas, se comparadas com a multidão de publicações triviais, repetitivas, precárias ou plagiárias, devido à necessidade de publicar para não perecer e à ambição de “ser alguém”, tão típica de uma época que, por outra parte, nos empurra a sermos ninguém.

A reflexão filosófica (pois dela se trata neste simpósio) encontra-se portanto impotente (porque incompetente) no quadro antes esboçado, como instância teórica ou prática de intervenção na atividade científica. Como instância teórica, porque ela não é levada a sério (a não ser retoricamente) por cientistas, tecnocratas, administradores, empresários, políticos. Se quisesse legitimar-se, deveria mostrar-se idêntica ou parecida com a ciência, em cujo caso deveria esquecer a questão dos limites e lhe seria cobrado um papel no sistema produtivo. Se o filósofo pretende – como é freqüente – reivindicar uma índole teórica especial e até “superior” de saber (digamos, como voz da racionalidade humana, ou dos interesses últimos da humanidade), sua falta de eco é patética, porque abrange os próprios pares (refiro-me, é claro, à característica falta de unanimidade entre os filósofos). Além do mais, não é possível esquecer que a reflexão filosófica, orgulhosa desde sempre da sua “radicalidade”, é parcialmente responsável pelo ceticismo moral (quem anunciou a chegada do niilismo não foi um cientista, nem um místico, senão um filósofo – Nietzsche).

Não menos evidente é a incapacidade prática da filosofia para conter as ambições, os excessos ou as deformações da ciência: em quais instituições, comparáveis às científicas, tecnológicas, econômicas e políticas (*sensu stricto*) estaria “encarnada” a filosofia de modo a poder orientar, planificar, corrigir, coibir (em uma palavra, limitar) as práticas científicas?

*

As reflexões anteriores parecem um convite ao desânimo, porém são antes um convite ao realismo, em sentido prático. Os limites éticos da ciência não “estão” em parte alguma em que possamos “filosoficamente” apontá-los de maneira convincente e eficaz, dadas a sociedade e a cultura de que fazemos parte. Tampouco podemos “produzi-los” filosoficamente. Eles têm que surgir de uma transformação social que redistribua os papéis e “pesos” do saber de controle, de formação e de salvação, onde a filosofia (que combina de algum modo os dois últimos) faça pelo menos tanto sentido quanto hoje a ciência o faz. Os filósofos devem lutar, como homens, não como filósofos, para que uma tal sociedade venha a existir. Nessa diferente sociedade, haverá possivelmente mais ciência que cure e alimente e menos ciência que mate ou hipnotize. Mais ciência que eduque e ajude a compreender e menos ciência que aliene ou ameace. O filósofo pode colocar ao serviço desse futuro sua reflexão e seus

argumentos; não faz mal, porém, não deve pensar que isso seja condição suficiente. (Talvez nem seja condição necessária, dependendo do tipo de filosofia cultivado.)

Logicamente, quando se tecem considerações como as precedentes, é justo que se cobrem mais detalhes sobre o tipo de sociedade que se almeja ou as razões para querer que a atual organização social seja superada. Sem qualquer pretensão de originalidade, basta lembrar que na nossa sociedade (em nível mundial) nem todos têm as mesmas oportunidades: nem as pessoas, nem os grupos, nem as práticas culturais, como a própria filosofia. O quanto essa situação é negativa e frustrante, só pode ser percebido por quem se sente, de algum modo e em alguma medida, socialmente excluído. Não apenas, portanto, os miseráveis, mas também os que têm convicções religiosas ou preocupações humanistas, os que carecem de formação científica, os que não sabem lidar com as novas tecnologias, os artistas que não concebem suas obras como mercadorias, os habitantes do terceiro mundo, as culturas diferentes do padrão "ocidental", etc.

"Quanto" de ciência precisamos para nos aproximarmos de uma sociedade nesse sentido igualitária? Que direção deveria ter, para tanto, a pesquisa científica? Quais disciplinas (ou investigações interdisciplinares) seriam nesse caso necessárias ou úteis? Eis algumas perguntas para um debate frutífero, desde que o mesmo fosse parte de ações conducentes a vivermos de modo diferente. Imagino que os limites da ciência seriam, então, uma conseqüência.

# CIÊNCIA E ÉTICA: ONDE ESTÃO OS LIMITES?

***Joaquim Clotet****

**RESUMO**

Este texto expõe quatro aspectos referentes aos limites éticos das ciências biomédicas: 1) reducionismo *versus* diálogo; 2) o problema do "limite" na filosofia moral aristotélica ou a ética aristotélica; 3) a necessidade de estabelecer limites éticos para uma prática correta das ciências médicas e da genética molecular; 4) os limites que acompanham o desenvolvimento e a aplicação da ciência, decorrentes dos direitos humanos e dos valores humanos (liberdade, autonomia e dignidade), não destroem e nem aniquilam, mas orientam desafiam o seu bom desempenho.
**Palavras-chave**: limites da ética; bioética; ciências biomédicas e genética molecular.

**SCIENCE AND ETHICS WHERE ARE THE LIMITS?**

This paper focuses on four aspects concerning the ethical limits of biomedical sciences: 1) reductionism *versus* dialogue; 2) the problem of the "limit" in the Aristotelian moral philosophy or Aristotelian ethics; 3) the need to establish ethical limits for a good practice of medical sciences and molecular genetics; 4) the limits that go along with science's improvement and application, derived from human rights and values (freedom, autonomy and dignity), do not extinguish nor destroy, but guide and challenge science's good performance.
**Key words**: ethical limits; bioethics; biomedical sciences and molecular genetics.

## 1. REDUCIONISMO *VERSUS* DIÁLOGO

Alguns autores, ao falarem em ciência, reparam apenas em seu poder e em sua autonomia. Os problemas decorrentes do uso ou da aplicação adequada e o seu contrário, inadequada, parecem não merecer a menor atenção.

Examinando as afirmações de alguns cientistas, não é difícil descobrir o caráter unidimensional e reducionista de alguma das suas avaliações sobre o valor e a importância das descobertas científicas e das suas aplicações. Consideremos, pois, com este objetivo, as declarações de alguns destacados cientistas.

*Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil. *E-mail*: clotet@pucrs.br

Walter Gilbert, Prêmio Nobel de Química em 1980, define o genoma humano como "*a verdadeira chave do ser humano, o que define as nossas possibilidades e limites como membros da espécie HOMO SAPIENS*" (GILBERT, *apud* GOLUB, 1994, p. 207).

Da mesma forma, Arthur Kornberg, bioquímico, Prêmio Nobel em 1959, afirma:

> Devemos à ciência o nosso entendimento da natureza do universo, as origens da vida no cosmos e o parentesco íntimo com os nossos vizinhos terrestres. Enquanto temos poucas ou nenhuma solução científica para os problemas econômicos ou para viver em paz com nós mesmos ou com os nossos semelhantes, não há dúvida de que daqui a um tempo só um profundo conhecimento da química da vida poderá oferecer a esperança da solução desses difíceis problemas (KORNBERG, *apud* GOLUB, 1994, p. 8)

A questão da preponderância e prevalência da ciência é incontestável no texto a seguir, de Francis Crick, geneticista e Prêmio Nobel de Medicina em 1962:

> Nenhum recém-nascido deveria ser reconhecido como ser humano antes de ser submetido a um determinado número de testes sobre a sua carga genética. (...) Caso não supere esses exames ele perde o seu direito à vida (CRICK, *apud* ALLAIS, 1996, p. 43).

O hiato existente no texto anterior entre ciência e pessoa humana não deixa de ser estremecedor.

Os conceitos de autonomia e superioridade da ciência e das suas aplicações parecem ser evidentes conforme as colocações até aqui realizadas. Assim sendo, é possível perguntar-se: existem limites alheios à ciência para a aplicação dos princípios científicos? Perante os possíveis conflitos entre ciência e ética, quais os critérios para fixar os limites? Em caso afirmativo, cabe a quem estabelecê-los?

Esses e também outros questionamentos semelhantes poderiam ser levantados para aprofundar o tema. Contudo, as perguntas colocadas são suficientes para entender a magnitude do problema.

Deixemos opinar a um outro grande cientista, neste caso um grande hematologista e oncologista, o Presidente da Academia de Ciências da França e, também, primeiro Presidente do Comitê Nacional Consultivo para as Ciências da Vida e da Saúde daquele país, o Prof. Jean Bernard. Afirma J. Bernard em sua obra *De la Biologie à l'Éthique*: "Novos poderes da ciência, novos deveres do homem" (BERNARD, 1990).

Em breves palavras, o eminente pesquisador coloca o paradigma que fundamenta e esclarece o conjunto das questões e dúvidas apresentadas. *Ciência* e *dever*, quer dizer, *saber* e *agir corretamente* (*ciência* e *ética*) não podem se ignorar

mutuamente. Cabe ao homem e à mulher decidir sobre a utilização correta da ciência e da técnica para o serviço e bem-estar da humanidade, em uma palavra, da pessoa humana. Nem sempre, ao longo da história da filosofia moral ou da ética, este tipo de raciocínio tem sido aceito. Cabe lembrar a denúncia realizada por David Hume em seu *A Treatise of Human Nature*, a respeito do uso inadequado do "is" e "ought" (HUME, 1978, p. 469).

Na mesma linha de pensamento de J. Bernard, Hans Jonas expõe a necessidade que todos nós temos de um *Tractatus Technologico-Ethicus* ou de uma ética para a civilização tecnológica, em sua obra *O Princípio da Responsabilidade* (JONAS, 1995, p. 15).

Nessa imprescindível relação entre ciência e ética há necessidade de um protagonismo insubstituível, a colaboração, a opinião e o diálogo de todos os membros da sociedade como pessoas responsáveis e interessadas no tema. Diz a este respeito o ilustre cientista J. Bernard, em sua obra *La Bioéthique*: "A ética da biologia, da medicina, não pertence somente aos biólogos, aos médicos. (...) Ela é apanágio de todos os cidadãos" (BERNARD, 1994, p. 114).

Nesta minha exposição, examinarei, em um primeiro momento, o conceito do limite, como problema já antigo na filosofia moral ou ética aristotélica. Em um segundo momento, exporei alguns limites de caráter ético que garantam o uso adequado do avanço realizado pelas ciências biomédicas e pela genética molecular.

## 2. O PROBLEMA DO LIMITE NA FILOSOFIA MORAL ARISTOTÉLICA OU ÉTICA ARISTOTÉLICA

A noção de limite é um elemento capital na filosofia de Anaximandro, que estuda o *ápeiron* (ausência de determinação ou limites internos). O mesmo conceito de limite adquire grande importância na escola pitagórica, pois, segundo Aristóteles, era, juntamente com o conceito do ilimitado, um princípio último da realidade, estando detrás do número. O limite constava na parte superior de uma das tábuas pitagóricas dos opostos (ARISTÓTELES, 1970, 986a).

Aristóteles ocupa-se do limite ao estudar o aspecto matemático da teoria das idéias de Platão (o ilimitado e o limitado) (ARISTÓTELES, 1970, A6, 9 e M e N).

Aristóteles refere-se especificamente ao limite (*péras*) como bom em *Ética a Nicômaco* (ARISTÓTELES, 1979, 1100a-1109b). É este o aspecto que gostaria de focalizar aqui, determinado e indeterminado ou limitado e ilimitado na sua relação com o que é bom ou mau. Diz Aristóteles, na *Ética a Nicômaco*:

> Pode-se errar de muitas formas (pois o mal pertence ao que é ilimitado, como pensavam os pitagóricos, e o bem ao que é limitado), acertar, porém, só de uma forma (e por causa disso uma coisa é fácil e a outra é difícil, é fácil errar o alvo e difícil

> acertar)... Há apenas uma maneira de ser bom, muitas de ser mau (ARISTÓTELES, 1979, 1106b).

Na frase "o mal pertence ao que é ilimitado (...) e o bem ao que é limitado", Aristóteles traz para o mundo da moralidade a doutrina cosmológica dos pitagóricos, segundo a qual as figuras geométricas que constituem o cosmos são obtidas pela ação do limite, princípio da ordem, sobre o que é ilimitado, comparado ao vazio, ao ar infinito (ARISTÓTELES, 1970, N, 3, 1091 a 15 e ss). Em uma passagem prévia da *Ética a Nicômaco* (ARISTÓTELES, 1979, 1096b5), Aristóteles refere-se à exposição pitagórica. O equilíbrio entre os dois fatores rivais, quando conseguido, constitui o meio termo para nós ou a essência específica dos atos morais.

A conclusão de Aristóteles nesse texto está relacionada com o *Filebo* de Platão (25e-26b), que coloca na categoria do ilimitado tudo aquilo envolvido com o mais ou o menos, excesso ou defeito. O limitado é o número que, suprimindo o indeterminado, introduz a medida e a proporção. Para Aristóteles, a virtude permite a determinação exata do meio subjetivo das paixões e das ações; este meio é único para um indivíduo determinado e não há mais que um modo de ser virtuoso; existe, contudo, uma série de excessos e de defeitos, pois o ato moral é comparado a uma quantidade, quer dizer, infinitamente divisível.

No mesmo tema que nos ocupa, Aristóteles mostra-se mais aberto em seu livro *A Política* (ARISTÓTELES, 1970, 1290a24), ao afirmar que existem apenas uma ou duas formas de constituições boas e um grande número de constituições más.

Para Aristóteles, a ação virtuosa deve ser conforme à razão e determinada como tal pelo homem prudente (*o phrónimos*) (ARISTÓTELES, 1979, 1107a).

Até aqui, o posicionamento de Aristóteles. Em nosso dia-a-dia, na hora da procura por uma decisão boa ou correta perante um conflito de caráter ético a respeito do uso de uma determinada técnica a serviço do ser humano na área da saúde, a solução não é tão simples, nem na maioria das vezes tem essa propriedade da unidade ou singularidade. O "homem prudente" aristotélico irá refletir cuidadosamente sobre os limites da ciência e a sua aplicação; entretanto, dificilmente concordará em uma única solução boa ou a melhor.

Quais os critérios para o estabelecimento ou fixação dos limites tecnológicos para uma ação boa ou adequada? São diversos, a meu ver, os critérios que irão nos ajudar no discernimento dos limites.

## 3. A NECESSIDADE DE ESTABELECIMENTO DE LIMITES DE CARÁTER ÉTICO PARA UM BOM USO DAS CIÊNCIAS BIOMÉDICAS E DA GENÉTICA MOLECULAR

Parece-me que os limites de caráter ético que devem orientar o uso adequado ou correto (bom uso) da ciência e, particularmente, das ciências biomédicas e da

genética molecular estão diretamente relacionados com os direitos humanos. Os direitos humanos, por sua vez, têm um denominador comum: a dignidade humana. A dignidade humana é um elemento nuclear da ética e do Direito. A dignidade humana deveria ser o fundamento dos códigos deontológicos, das constituições nacionais e declarações jurídicas internacionais. A dignidade humana deveria ser o último critério para julgar toda norma deontológica, preceito legal e regime político de qualquer canto do mundo. Porque o homem e a mulher, independentemente da sua idade, cor da pele e condição social, têm dignidade; em palavras de Immanuel Kant, na sua obra *Fundamentação da Metafísica dos Costumes*, ele e ela merecem respeito (KANT, 1965, p. 51).

Esse princípio, é sabido, tem as suas fronteiras e áreas de indeterminação, discussão e conflito.

Quando existe o ser humano, a pessoa humana?

O posicionamento de autores contemporâneos como Peter Singer e H. Tristram Engelhardt, entre outros, fomenta a discussão sobre esse tema, na qual não vou entrar neste momento.

Um outro limite de caráter ético às diversas aplicações da tecnologia, decorrentes do progresso da ciência, é a autonomia do ser humano, devidamente formulado na história da filosofia moral ou ética por Immanuel Kant e John Stuart Mill (MILL, 1962), entre outros autores. A teoria do denominado principialismo, formulada por Tom L. Beauchamp e James F. Childress, em sua obra *The Principles of Biomedical Ethics* (BEAUCHAMP & CHILDRESS, 1989), é um esforço para a fixação correta de limites.

Um outro limite de caráter ético é o que John Rawls, em sua obra *A Theory of Justice*, denomina de auto-respeito. "Provavelmente o bem primário mais importante é o auto-respeito" (RAWLS, 1971, p. 440).

O diálogo e a discussão das normas a seguir, assim como o princípio ou a norma consensual, é outro limite de caráter ético. Karl Otto Apel fala na função ética da racionalidade discursiva, pois ela tem o princípio ou a metanorma processual da fundamentação das normas nos discursos práticos (APEL, 1986, p. 87). E "o reconhecimento intersubjetivo do princípio da racionalidade discursiva como metanorma é a condição de possibilidade do pluralismo valorativo do mundo moderno" (APEL, 1986, p. 93).

Até aqui foram colocados alguns limites que têm a sua origem em autores reconhecidos da filosofia moral ou ética. Trarei, agora, exemplos práticos desses limites provenientes de declarações contemporâneas relacionadas com o mundo científico. Selecionei dois documentos importantes. Em primeiro lugar, a *Declaração Universal do Genoma Humano e dos Direitos Humanos* (1997) (UNESCO, 1997) e, em segundo lugar, a *Declaração Ibero-latino-americana de Ética e Genética*, também conhecida como *Declaração de Manzanillo* (1996), revisada em Buenos Aires, em 1998 (PROGRAMA LATINOAMERICANO DEL GENOMA HUMANO. DECLARAÇÃO DE MANZANILLO, 1998, p. 143-145).

Alguns exemplos de limites de caráter ético contidos na *Declaração Universal do Genoma Humano*:

> Todos têm direito ao respeito por sua dignidade e seus direitos humanos, independentemente de suas características genéticas. (Art. 2º a)
> Essa dignidade faz com que seja imperativo não reduzir os indivíduos a suas características genéticas e *respeitar* sua singularidade e diversidade. (Art. 2º b)
> Pesquisas, tratamento ou diagnóstico que afetem o genoma de um indivíduo devem ser empreendidos somente após a rigorosa *avaliação* prévia dos potenciais *riscos* e *benefícios* a serem incorridos. (Art. 5º a)
> Em todos os casos é obrigatório o *consentimento* prévio, livre e informado da pessoa envolvida. (Art. 5º b)
> Nenhuma pesquisa ou aplicação de pesquisa relativa ao genoma humano (...) deve prevalecer sobre o *respeito* aos *direitos humanos*, às *liberdades fundamentais* e à *dignidade* humana dos indivíduos ou, quando for o caso, de grupos de pessoas. (Art. 10)

Merecem ser destacados os princípios a seguir, da *Declaração Ibero-latino-americana de Ética e Genética*:

> É necessário *respeitar* a especificidade e diversidade genética dos povos, assim como sua *autonomia* e *dignidade* como tais. (Terceiro d)
> O *consentimento livre* e *informado* para a realização das provas genéticas e intervenções sobre o genoma humano deve ser garantido (...) em especial quando se trata de menores, incapazes e grupos que requeiram uma tutela especial. (Quinto d)

Depois do exposto acima, resulta evidente o caráter indissociável existente entre ética e ciência. Os limites de caráter ético pautam, portanto, o exercício adequado das aplicações da técnica para o bem-estar e respeito do homem e da mulher.

## 4. CONCLUSÃO

A aparente unidimensionalidade e reducionismo da ciência é superada na consideração da sua aplicação e finalidade: o bem-estar do homem e da mulher e, em última instância, da vida no cosmos.

O caráter indissociável do progresso da ciência e das exigências éticas que devem acompanhá-lo têm a força de um imperativo moral para os cidadãos do século XXI. Este imperativo moral tem, contudo, formas diversas de ser implementado. Os desafios decorrentes do uso e aplicação da ciência e da tecnologia ultrapassam os limites de uma só forma, modo ou solução eticamente correta ou boa.

Os limites que acompanham o desenvolvimento e aplicação da ciência, decorrentes dos direitos e valores humanos (liberdade, autonomia e dignidade) não a destroem nem aniquilam, mas orientam, pautam e desafiam o seu bom desempenho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


ALLAIS, C. *Génetique et éthique*. Paris: Hachette, 1996.

APEL, K.O. *Estudios éticos*. Barcelona: Editorial Alfa, 1986.

ARISTOTELES. *Metafísica*. Madrid: Gredos, 1970.

—. *Política*. Colección Clásicos Políticos. Madrid: Instituto de Estudios Politicos, 1970.

—. *Ethica Nicomachea*. Oxford Classical Texts, Oxford: Oxford University Press, 1979.

BEAUCHAMP, T.L & CHILDRESS, J.F. *The principles of biomedical ethics*. 3. ed. New York: Oxford: Oxford University Press, 1989.

BERNARD, J. *De la biologie à l'éthique*. Paris: Buchet/Chastel, 1990.

—. *La bioéthique*. Paris: Dominos Flammarion, 1994.

GOLUB, E.S. *The limits of medicine: how science shapes our hope for the cure*. New York: Times Books, 1994.

HUME, D. *A treatise of human nature*. 2. ed. Oxford: Clarendon Press, 1978.

JONAS, H. *Le principe responsabilité*. 3.ed. Paris: Les Éditions du Cerf, 1995.

KANT, I. *Grundlegung zur Metaphysik der Sitten*. Hamburg: Felix Meiner, 1965.

MILL, J.S. *Utilitarianism. On liberty. Essay on Bentham*. New York: American Book, 1962.

PROGRAMA Latinoamericano del Genoma Humano. Declaração de Manzanillo. *Bioética*, Brasília, v. 6, n. 2, p.143-145, 1998.

RAWLS, J. *A theory of justice*. Cambridge, Mass.: The Belknap Press of Harvard University Press, 1971.

UNESCO. *Déclaration universelle sur le génome humain et les droits de l'homme*. Genebra, 1997.

# ROMPENDO OS LIMITES ENTRE CIÊNCIA E ÉTICA

*José Roberto Goldim**

**RESUMO**

A questão da possibilidade de que a Ética possa justificar a colocação de limites para a Ciência é muito atual. Esta reflexão pode abordar o conhecimento científico de três formas diferentes: conhecimento proibido, conhecimento sem limites e conhecimento perigoso. Os comitês de ética em pesquisa podem ser um importante espaço de discussão sobre a adequação ética e metodológica dos projetos científicos.
**Palavras-chave**: pesquisa; comitês de ética em pesquisa; conhecimento perigoso.

**CROSSIGN THE BOUNDARIES BETWEEN SCIENCE AND ETHICS**

The possibility that the establishment of limits for Science may be justified by Ethics is a very current issue. Such a reflection leads to three different representations of scientific knowledge: forbidden knowledge, limitless knowledge, and dangerous knowledge. Research ethics committees may be an important forum for the discussion regarding the ethical and methodological adequacy of scientific projects.
**Key words**: research; research ethics committee; dangerous knowledge.

A relação entre a Ciência e a Ética é uma das questões de maior atualidade. Talvez a principal discussão neste sentido tenha sido a relativa à possibilidade e à adequação da imposição de limites à pesquisa. Desde o ponto de vista da Ciência, o pesquisador foi, durante muito tempo, considerado como não responsável pela aplicação dos conhecimentos por ele gerados, pois fazia-se uma clara disjunção entre os fatos e os valores. Por outro lado, a Tecnologia também não tinha maiores compromissos com a utilização do conhecimento que ela estava disponibilizando. Dentro desta perspectiva, quem possuía recursos para comprar o produto tecnológico poderia dispor do mesmo como bem lhe conviesse. O produtor não teria compromisso com a utilização de seu produto.

Atualmente, o volume e a velocidade da geração e aplicação de conhecimentos têm tornado muito difícil distinguir a Ciência da Tecnologia. Esta nova perspectiva de

*Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA)/Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Brasil. *E-mail*: goldim@orion.ufrgs.br

indissociação entre geração e aplicação de conhecimentos tem sido denominada de Tecnociência.

A Tecnociência, aparentemente, incorporou essas duas perspectivas. Um exemplo disto podem ser os circuitos eletrônicos implantáveis no sistema nervoso central. O desenvolvimento desses dispositivos e a sua aplicação em seres humanos foi extremamente rápida e quase simultânea. A reflexão sobre os aspectos éticos e morais da utilização desses dispositivos ainda está por ser feita de forma mais abrangente e aprofundada (HASTINGS CENTER REPORT, 1999, p. 1).

Desde muito tempo, importantes autores têm-se levantado contra esta visão de não-responsabilidade do cientista. Samuel Johnson, por exemplo, em seu livro *Rasselas*, *o príncipe da Abissínia*, escrito em 1759, propunha que "a integridade sem conhecimento é débil e inútil e o conhecimento sem integridade é perigoso e temível". O Prof. Henry Beecher, da Universidade de Harvard, nos Estados Unidos, em 1967, propunha que a "Ciência não é o valor maior ao qual todos os outros valores devem-se subordinar... A Ciência deve estar inserida em uma ordem de valores" (ROTHMAN, 1991, p. 168-84). O Prof. Beecher, já havia denunciado, em 1966, uma série de artigos publicados em periódicos de grande circulação que afrontavam questões éticas já assumidas como relevantes pela comunidade científica. O Prof. Edgar Morin, na década de 1980, publicou um livro denominado *Ciência com consciência*, onde, igualmente, fazia um chamamento à retomada da discussão sobre a importância dos valores no processo de geração de conhecimentos. O Prof. Morin afirmava que a Ciência que "desenvolveu métodos tão espantosos e hábeis para apreender todos os objetos exteriores a ela, não dispõe de nenhum método para conhecer-se e pensar-se a si mesma" (MORIM, 1982, p. 29).

Aristóteles, na *Metafísica*, afirmava que "todos os homens têm, por natureza, desejo de conhecer". Esse desejo de conhecer pode levar a duas situações extremas: a de um conhecimento ser considerado proibido e a proposta de que o conhecimento não pode ter limites. Uma terceira noção pode ser incorporada, a do conhecimento perigoso.

A noção de conhecimento proibido pode ser relacionada com a noção de "tabu". Wundt, citado por Freud, propunha que tabu é uma proibição imposta, que vem de fora, e "compreende todos os usos em que se manifesta o temor inspirado por determinados objetos relacionados com as representações de culto e por atos com eles relacionados" (FREUD, 1975, p. 35, 51). O medo, ou o desconhecimento, associado ao novo conhecimento pode gerar a proibição. O fato de um conhecimento ser considerado proibido não causa obrigatoriamente uma resignação nas pessoas envolvidas, no sentido de não mais buscá-lo. Para Freud, o desejo de transgredir o tabu continua no inconsciente (FREUD, 1975, p. 35, 51). Geoffrei Chaucer, poeta inglês do século XIV, em sua obra *A história da esposa de Bath*, já descreveu bem esta situação, quando afirmou que "o que nos é proibido é o que desejaremos". Dessa forma, o estabelecimento de um tabu sempre traz consigo, preventivamente, a punição associada à sua transgressão. Isso evidencia que essa proibição não foi fruto consensual

de uma reflexão de todo o segmento envolvido, mas, sim, uma imposição do pensamento de um grupo. Uma das citações mais antigas e conhecidas sobre isso está no livro do Gênese, onde há a determinação de que o ser humano só não poderia "comer da Árvore do Bem e do Mal" (BÍBLIA, Gênese, 2, 17). Robert Shattuck escreveu um excelente livro exclusivamente sobre o tema do Conhecimento Proibido ao longo da história da humanidade (SHATTUCK, 1998).

Um exemplo prático sobre esse tipo de conhecimento foi o recente episódio da produção de uma ovelha por clonagem. Essa nova possibilidade gerou inúmeras discussões sobre a sua adequação e, principalmente, sobre a utilização desta técnica em seres humanos. A Comissão Técnica Nacional de Biossegurança, vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia, a exemplo de outros países, proibiu a "manipulação genética de células germinais ou *totipotentes*" e os "experimentos de clonagem radical através de qualquer técnica de clonagem", através de uma instrução normativa (COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA, IN 08/97). Frente a essas novas possibilidades – clonagem e terapia gênica em células germinativas – a saída encontrada foi extrema, proibir a realização.

No outro extremo, situa-se a possibilidade de o conhecimento não ter limites. Recentemente, um órgão responsável pelo fomento às atividades científicas e tecnológicas, ao divulgar um prêmio para cientistas utilizava a seguinte frase como motivação: "sem limites para o conhecimento". Muitas vezes os cientistas, por já terem familiaridade com o assunto que está sendo debatido pela sociedade, banalizam os riscos e sentem-se violentados com a possibilidade de que possam ser impostos limites para a sua pesquisa. Em 1967, o médico Christian Barnard foi convidado pelo Congresso dos Estados Unidos para dar um depoimento sobre os limites do uso de técnicas inovadoras, como por exemplo o transplante de coração que havia realizado. Uma possibilidade levantada no debate foi a de que poderiam ser criadas comissões que discutissem os aspectos éticos e morais previamente à realização dos procedimentos. Com relação a isso, afirmou: "as comissões de Ética seriam um insulto aos médicos e um enorme retrocesso ao progresso" (ROTHMAN, 1991, p. 168-84).

Uma posição mais prudente, isto é, baseada na razão prática, é aquela que reconhece a possibilidade de que as inovações possam ser um conhecimento perigoso. O conhecimento é citado como perigoso por diferentes autores. Esse conceito foi retomado por Van Raessenlaer Potter em seu livro *Bioética, uma ponte para o futuro*. Nesse livro foi proposta a utilização do termo Bioética para a Ética Aplicada às questões que envolvessem seres humanos e às questões ambientais. Potter afirmava que conhecimento perigoso é aquele "conhecimento que se acumulou muito mais rapidamente que a sabedoria necessária para gerenciá-lo" (POTTER, 1971, p. 69).

A Genética tem sido uma área onde a noção de conhecimento perigoso tem sido largamente utilizada. O adequado estabelecimento da relação risco-benefício nem sempre é fácil devido à falta de conhecimento, à falta de reflexão sobre as conseqüências

e pela pressão exercida pelo conjunto de interesses que envolve o assunto que está sendo examinado.

O atual debate mundial sobre a utilização de técnicas de engenharia genética para produzir alimentos transgênicos é um exemplo disso. As pessoas reconhecem que essas técnicas trazem consigo riscos e benefícios. A maioria das pessoas leigas, talvez devido à falta de conhecimentos e de tempo para compreendê-los adequadamente, dão ênfase para os riscos. As publicações leigas ressaltam essa característica. A revista *Amanhã*, uma publicação voltada para a área da Economia e negócios, destacou a Genética como matéria de capa, com o seguinte título: "Genética: a ciência que assusta. A engenharia dos genes pode transformar os cientistas em semideuses".

Talvez o melhor exemplo de reconhecimento de que um conhecimento é perigoso foi o que ocorreu no início da utilização das técnicas de DNA recombinante. Em 1974, o Comitê de Moléculas de DNA Recombinante da Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos, constituído por um grupo de cientistas de notório reconhecimento, incluindo o Prof. James D. Watson, um dos propositores da estrutura helicoidal do DNA, liderados pelo Prof. Paul Berg, que criou a técnica de DNA recombinante, publicou uma carta na revista *Science* propondo uma suspensão temporária e preventiva das pesquisas que se utilizavam dessa técnica. Essa proposta baseava-se no presumível risco associado à utilização dessas técnicas e ao desconhecimento de suas conseqüências. Esses cientistas destacavam que: "Primeiro, e mais importante, até que os riscos potenciais dessas moléculas de DNA recombinante tenham sido melhor avaliados ou até que métodos adequados sejam desenvolvidos para prevenir sua dispersão. Cientistas de todo o mundo juntem-se aos membros deste comitê em postergar voluntariamente os seguintes tipos de experimento:..." (BERG, 1974, p. 303). A este texto seguia-se a descrição de dois conjuntos de técnicas de recombinação genética. Esta foi a primeira moratória voluntária de pesquisas de que se tem notícia.

O Prof. Paul Berg, um ano após, publicou as conclusões da Conferência de Asilomar sobre Moléculas de DNA Recombinante. Esse encontro serviu para discutir os novos conhecimentos nesta área e para permitir uma ampla reflexão sobre essas questões. Foi estabelecido nessa reunião que estas técnicas deveriam ser reguladas por diretrizes que deveriam estabelecer os critérios mínimos de segurança para a sua utilização (BERG, 1975, p. 991-4). A Conferência de Asilomar foi um marco na história da ética aplicada à pesquisa científica, pois incluiu as questões de segurança dos indivíduos que executam pesquisas, cientistas e trabalhadores, e as relativas ao ambiente à tradicional proteção às pessoas participantes dos projetos. Esta posição de aprofundar uma discussão com o objetivo de buscar um entendimento melhor dos riscos e benefícios associados é que permitiu tornar um conhecimento tido como perigoso em um conhecimento utilizável. O Prof. Potter, no mesmo livro já citado anteriormente, ressaltava que a melhor forma de lidar com o conhecimento perigoso é gerando mais conhecimento.

Dentro dessa perspectiva é que surgem as questões sobre a adequação do estabelecimento de limites para o conhecimento e das relações entre a Ciência e a

Ética. Desde o início do século XIX, estabeleceu-se uma discussão, especialmente na área biomédica, sobre a necessidade ou não de avaliar o componente moral das práticas que eram então executadas.

A primeira proposta para discutir questões de pesquisa foi dada em 1803, por Thomas Percival, em seu livro *Medical Ethics*. Este livro serviu de base para a elaboração do Código de Ética Médica da Associação Americana de Medicina, anos mais tarde. Este autor, que conviveu com John Gregory, Adam Smith e David Hume em Edimburgo na Escócia, propôs a criação de órgãos colegiados que se encarregariam de discutir novas propostas que seriam realizadas nos pacientes atendidos em hospitais (PERCIVAL, 1803, p. 14-15). O texto onde esta proposta foi feita é o seguinte:

> Sempre que ocorrerem casos, acompanhados por circunstâncias até então não observadas, ou nos quais as práticas ordinárias foram utilizadas sem sucesso, é para o bem público, e em grau especial para os pobres (os quais, sendo a classe mais numerosa da sociedade, são os grandes beneficiários da arte de curar) que novos remédios e novos tratamentos cirúrgicos sejam idealizados. Porém, na realização deste salutar objetivo, os membros do corpo clínico devem ser governados de forma escrupulosa e consconciosa pelo bom senso, analogias adequadas, ou fatos bem documentados. E nenhum destes ensaios devem ser realizados sem a prévia consultoria de médicos ou cirurgiões, de acordo com a natureza do caso.

A proposta de criação de comitês independentes para revisar e aprovar projetos de pesquisa retornou em 1950, quando C.J. Wiggers, que era professor da Universidade Western Reserve/EUA, estabeleceu algumas diretrizes para a pesquisa em seres humanos, a maioria delas com base no Código de Nuremberg, em uma revista desta Universidade (WIGGERS *apud* BEECHER, 1959, p. 109-126). A criação de Comitê foi uma inovação pois não havia referência a ele no documento de Nuremberg.

Possivelmente, o primeiro Comitê de Ética em uma instituição de pesquisa foi o instalado no Centro Clínico de Bethesda/EUA, no ano de 1953. Foi uma iniciativa isolada e sem maiores repercussões em outras de instituições de pesquisa em saúde (LOCK, 1995, p. 513-520).

Em 1955, o Conselho de Saúde Pública dos Países Baixos sugeriu ao Ministro dos Negócios Sociais e da Saúde um relatório sobre diferentes pontos a serem considerados na pesquisa com seres humanos (BEECHER, 1959, p. 109-126). Esta proposta busca estabelecer uma reflexão institucional sobre projetos que envolvam riscos e estabelecer a responsabilidade do pesquisador sobre os mesmos. Em dois pontos do documento é ressaltada a necessidade de que consultores externos opinem sobre o projeto.

Nos Estados Unidos as instituições que realizam pesquisas em seres humanos e recebem financiamento governamental tiveram que organizar Comissões Institucionais de Revisão ou *Institutional Review Board (IRB)*, a partir de 1974. Esta proposta teve como objetivo institucionalizar a avaliação por pares até então realizada em alguns

centros de pesquisa. Os IRBs deveriam garantir os padrões éticos mínimos para a realização de pesquisas com seres humanos (VEATCH, 1979, p. 22-28).

Neste mesmo ano, o Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) constituiu uma Comissão Científica com a finalidade de avaliar projetos de pesquisa. Esta proposta teve influência direta de alguns pesquisadores do HCPA que estavam retornando de programas de pós-graduação realizados especialmente nos Institutos Nacionais de Saúde (NIH) dos Estados Unidos. Esta Comissão atua até os dias de hoje e, desde 1993, tem reuniões conjuntas com o Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição. O seu objetivo inicial era garantir a qualidade das pesquisas realizadas, principalmente nos seus aspectos metodológicos. Progressivamente os aspectos éticos, especialmente a necessidade de uso do Consentimento Informado, foram sendo incorporados nas suas avaliações (GOLDIM, 1999).

O primeiro documento internacional a estabelecer a necessidade de uma avaliação prévia por um comitê independente foi a Declaração de Helsinque II (CONSELHO DE ORGANIZAÇÕES INTERNACIONAIS DE CIÊNCIAS MÉDICAS, 1985, p. 29-32). Esta Declaração foi proposta e aprovada pela Associação Médica Mundial, na sua Assembléia Mundial realizada em Tóquio no ano de 1975. As três versões posteriores desta Declaração, publicadas em 1983, 1989 e 1996, mantiveram esta proposição:

> I Princípios Básicos
> ...
> 2 O projeto e a execução de cada fase da experimentação em seres humanos devem ser claramente formulados num protocolo de experiência, a ser encaminhado a uma comissão independente, para efeito de apreciação, comentário e orientação, especialmente nomeada para este fim.

Em suma, o Comitê de Ética em Pesquisa é um espaço de reflexão para que os próprios cientistas mais alguns representantes da comunidade possam estabelecer quais os limites e quais as possibilidades de realização das pesquisas que estão sendo propostas.

O grande desafio para a relação da Ética com a Ciência é o da efetiva interação entre estas duas áreas de conhecimento. A princípio a Ética se mantinha isolada, até mesmo distante da abordagem das questões científicas. Posteriormente, estas questões foram sendo propostas por cientistas e debatidas por filósofos e eticistas, surgindo a Ética Aplicada à Pesquisa. Porém, o importante não é receber uma posição já elaborada e externa, mas, sim, uma reflexão conjunta desses questionamentos e novos conhecimentos. Dessa forma, é importante que se reconheça que mais do que aplicada à Ética tem que estar inserida na prática da Ciência. Só assim, com a Ética Inserida na Pesquisa será possível discutir, refletir e educar sobre a necessidade de estabelecer limites ou não para as pesquisas, de uma forma adequada, justa e participativa. Com

esta abordagem, os filósofos, eticistas e pesquisadores sentir-se-ão parceiros e co-responsáveis pelas decisões que forem tomadas a este respeito.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


BEECHER, H.K. Experimentation in man. *JAMA* ,v. 169, n. 5, p. 109-126, 1959.

BERG, P. *et al*. Potential biohazards of recombinant DNA molecules. *Science,* v. 185, n. 148, p. 303, 1974 Jul 26.

—–. Asilomar Conference on recombinant DNA molecules. *Science*, v. 188, n. 4192, p. 991-4, 1975 Jun 6.

BÍBLIA. Gênese 2,17.

BRASIL. *Comissão Técnica Nacional de Biossegurança*. Instrução Normativa 08/97.

CONSELHO DE ORGANIZAÇÕES INTERNACIONAIS DE CIÊNCIAS MÉDICAS. Diretrizes internacionais propostas para a pesquisa biomédica em seres humanos. Brasília: Centro de Documentação do Ministério da Saúde, p. 29-32, 1985.Implantable brain chips? *Hastings Center Report,* n. 28, p. 1, 1999.

FREUD, S. *Totem y tabú*. Madrid: Alianza, 1975.

GOLDIM, J.R. *O consentimento informado e a adequação de seu uso na pesquisa em seres humanos*. Porto Alegre: PPG em Medicina: Clínica Médica/UFRGS, 1999. [tese de doutorado]

Implantable brain hips? *Hastings Center Report*, n. 28, p. 1, 1999.

LOCK, S. Research ethics – a brief historical review to 1965. *J Intern Med,* n. 238, p. 513-520, 1995.

MORIN, E. *Ciência com consciência*. Lisboa: Europa, 1982.

PERCIVAL, T. *Medical Ethics*. Manchester: Russell, 1803.

POTTER, V.R. *Bioethics, bridge to the future*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1971.

ROTHMAN, D. *Strangers at the bedside*. New York: Basicbooks, 1991.

SHATTUCK, R. *Conhecimento proibido*. São Paulo: Companhia das Letras, 1998.

VEATCH, R.M. The National Commission on IRB's: na evolutionary approach. *Hastings Center Report,* v. 9, n. 1, p. 22-28, 1979.

WIGGERS, C.J. Human experimentation: as exemplified by career of Dr. William Beaumont. *Alumni Bull Western Reserve Univ,* 1950; sept: 60-65. *Apud*: BEECHER, H.K. Experimentation in man. *JAMA,* v. 169, n. 5, p. 109-126, 1959.

# QUE TIPO DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA ESPERAMOS TER NAS PRÓXIMAS DÉCADAS?

*Roberto de Andrade Martins**

## RESUMO

Este artigo analisa as tendências recentes de desenvolvimento da historiografia da ciência, procurando fazer previsões sobre o desenvolvimento da área no início do século XXI. Discute o impacto das inovações tecnológicas na pesquisa historiográfica; o contraste entre a história da ciência do início do século XX e a abordagem atual; o crescente uso da história da ciência na educação; e dificuldades inerentes à forma predominante da sociologia da ciência. Prevê-se um maior desenvolvimento de estudos conceituais, metodológicos e epistemológicos na história da ciência no futuro próximo, com a queda da hegemonia da atual abordagem sociológica e com uma coexistência pacífica entre muitas abordagens metacientíficas distintas no futuro próximo.
**Palavras-chave**: história das ciências; sociologia das ciências; epistemologia; metaciência; historiografia.

## WHAT KIND OF HISTORY OF SCIENCE DO WE EXPECT TO HAVE IN THE NEXT DECADES?

This paper analyses some recent trends in the development of the historiography of science and attempts to predict the growth and change of this area in the beginning of the 21st century. It addresses the impact of technological innovation in the historiographic research; the contrast between the history of science as it was done in the beginning of the 20th century and the current approach; the increasing use of history of science in education; and some difficulties inherent to the dominant form of sociology of science. The author foresees a stronger development of conceptual, methodological and epistemological studies in the history of science in the near future, with the fall of the hegemony of the current sociological approach and a pacific coexistence between several distinct metascientific approaches in the near future.
**Key words**: history of science; sociology of science; epistemology; metascience; historiography.

---

*Instituto de Física Gleb Wataghin, UNICAMP. Campinas, SP, Brasil. *E-mail*: rmartins@ifi.unicamp.br

## A HISTORIOGRAFIA DA CIÊNCIA NO SÉCULO XX

Sabemos que é muito arriscado tentar predizer o futuro de qualquer coisa, e esse risco também existe, evidentemente, no caso da história da ciência. Durante o século XX a historiografia da ciência sofreu mudanças que não poderiam ter sido previstas cem anos atrás.[1]

Em torno de 1900, a historiografia da ciência era eurocêntrica: havia pouco conhecimento ou curiosidade a respeito da ciência desenvolvida no mundo oriental, na América pré-colombiana, etc. Os historiadores da ciência faziam uso muito limitado de manuscritos, baseando-se principalmente no estudo de um pequeno número de obras publicadas (usualmente livros) como base de seus estudos. Era raro que se fizesse alguma análise crítica da documentação utilizada, ou seja, aceitava-se de forma pouco crítica a maioria das afirmações que os próprios pesquisadores (ou seus biógrafos) faziam a seu próprio respeito. A história da ciência se debruçava sobre o trabalho dos "grandes cientistas", seja produzindo biografias nas quais eles eram apresentados como heróis, seja desenvolvendo histórias da ciência temáticas em que tudo parecia ter sido feito apenas por um pequeno número de "gênios". Essa historiografia era escrita por amadores, ou seja, por pessoas que tinham pouquíssimo treino profissional em história, e nenhuma ou pequena organização institucional relativa à história da ciência, pois praticamente não existiam cursos, cátedras, congressos, periódicos ou sociedades dedicadas a essa área.

A história da ciência era escrita com pequena motivação histórica, propriamente dita, no seguinte sentido: o passado era estudado quase exclusivamente para compreender o presente. Os historiadores de cem anos atrás procuravam encontrar no passado as fontes do conhecimento científico recente, sem se interessar muito por aquilo que havia sido abandonado pela corrente científica "vitoriosa", com o passar do tempo. Com raras exceções, os historiadores da ciência adotavam um ponto de vista *Whig,*[2] julgando o passado a partir daquilo que se aceitava no presente, valorizando os trabalhos que haviam levado às idéias da ciência atual e desprezando e criticando qualquer proposta antiga que tivesse sido abandonada posteriormente.

A história da ciência era descrita como uma evolução conceitual totalmente independente do contexto histórico mais amplo, não se estabelecendo nenhuma correlação entre as transformações científicas e as mudanças religiosas, culturais, econômicas, políticas, sociais, etc. Não havia nenhuma preocupação com aspectos

---

[1]Para uma visão geral da história da historiografia da ciência, ver CHRISTIE, 1990, e KRAGH, *An Introduction to the Historiography of Science*, cap. 1. Sobre o desenvolvimento da historiografia da ciência nos Estados Unidos da América, ver TACKRAY, 1980.

[2]A expressão "interpretação Whig da história" foi introduzido pelo historiador Herbert Butterfield para se referir ao tipo de história que interpreta o passado como uma evolução crescente, linear, que leva àquilo que se quer defender atualmente (BUTTERFIELD, *The Whig interpretation of history*; RUSSELL, 1984). Há uma extensa literatura sobre a questão do "whiggismo" na história da ciência, com ataques e também defesas: HALL, 1983; HARRISON, 1987; MAYR, 1990.

sociais da ciência, pois os próprios pensadores sociais acreditavam que a sociologia não se aplicava às ciências naturais, que seriam de natureza puramente empírica e racional. Prevalecia uma visão ingênua sobre a natureza da própria ciência, que era considerada como um conhecimento "verdadeiro", baseado em observações e experimentos. Nos relatos históricos era comum encontrarem-se descrições de como os "grandes cientistas" haviam *provado* isto ou aquilo.

Atualmente a historiografia da ciência é totalmente diferente. Ela é praticamente o oposto de tudo o que foi descrito acima. Certamente continuará a sofrer mudanças, e provavelmente será muito diferente daqui a cem anos. Percebendo quanto ela se alterou durante o século XX, seria ingênuo tentar prever como o será no final do século XXI, mas talvez seja possível prever algumas tendências para um futuro próximo – ou seja, para as duas ou três primeiras décadas do próximo século.

## AVANÇOS TECNOLÓGICOS APLICADOS À HISTÓRIA DA CIÊNCIA

As alterações tecnológicas recentes, principalmente no campo da informática, já tiveram e continuarão a ter um impacto crescente sobre o trabalho científico em todas as áreas, e também na historiografia científica, facilitando em muito a pesquisa. Nós, que nascemos em uma época em que as fotocópias se tornaram banais, temos dificuldade em imaginar que os pesquisadores precisavam, até 50 anos atrás, ir para as bibliotecas e ficar copiando a mão tudo o que lhes parecia importante. Até 20 anos atrás, os artigos, teses e livros eram primeiramente manuscritos e depois datilografados ou compostos tipograficamente por processos mecânicos. Tudo isso é agora um passado que deixamos para trás com alívio. Como as mudanças tecnológicas alterarão a prática da pesquisa nos próximos anos?

Os processos de comunicação a distância são cada vez mais fáceis. As pessoas podem trocar mensagens através de correio eletrônico ou comunicar-se por programas que trocam textos, imagens e voz quase instantaneamente, por custo baixíssimo, facilitando a colaboração entre pesquisadores de diferentes instituições e países. Os grupos de discussão por *e-mail* permitem circular e debater problemas recentes, e já existem vários grupos de discussão temáticos em história da ciência.[3] Alguns periódicos colocam na Internet resumos ou mesmo os textos completos dos artigos publicados, facilitando a leitura rápida de pesquisas recentes. Pesquisadores individuais ou grupos de pesquisa criam bibliotecas eletrônicas na rede, para divulgar seus trabalhos.[4]

---

[3]Podem ser facilmente encontrados os endereços de vários desses grupos na Internet. Consultar, por exemplo: http://www.asap.unimelb.edu.au/hstm/hstm_email.htm (observação: todos os endereços eletrônicos da Internet – URLs – mudam rapidamente; por isso, dentro de pouco tempo os endereços fornecidos neste artigo podem não ser mais válidos.

[4]Um dos melhores "sites" para localização de informações sobre história da ciência na Internet é a "Virtual Library for the History of Science, Technology & Medicine", organizada por Tim Sherratt: http://www.asap.unimelb.edu.au/hstm/hstm_ove.htm

Os congressos nacionais e internacionais divulgam através da Internet os resumos ou até os textos completos dos trabalhos apresentados. Ainda não foi realizada nenhuma conferência totalmente eletrônica na área de história da ciência, mas isso ocorrerá em um futuro próximo. Tais conferências podem ocorrer, por exemplo, com a divulgação prévia dos textos básicos a serem discutidos, e posteriormente através de discussões eletrônicas, em horários prefixados, com os autores dos textos. Esse formato de evento poderá levar a discussões muito mais profundas e proveitosas do que as que ocorrem nos eventos "ao vivo", pois tanto os autores dos trabalhos como os demais participantes das discussões precisarão realizar um preparo prévio diferente do que ocorre nos congressos atuais.

Localizar e obter documentos de interesse para o historiador da ciência está se tornando cada vez mais fácil, com a criação de bases de dados informatizadas. Já existe uma boa base bibliográfica cobrindo a literatura secundária referente à história das ciências e das técnicas nos últimos 30 anos, que pode ser acessada pelos sócios da *History of Science Society* através da Internet,[5] possibilitando fazer em minutos aquilo que exigia algumas horas de trabalho em uma biblioteca, com a consulta às bibliografias correntes da revista *Isis*. Em um futuro próximo, essa base bibliográfica será ampliada de modo a abranger um maior período cronológico da bibliografia secundária, e irá incorporar as bibliografias de história da ciência desenvolvidas em diferentes países do mundo, como já inclui a produção italiana, por exemplo.

Bancos de dados bibliográficos relativos às fontes primárias estão se desenvolvendo mais lentamente, o que é compreensível se pensarmos sobre o enorme volume de informações que precisam ser obtidas e digitadas, nesse caso. Ainda não existe nenhuma bibliografia científica histórica ampla disponível pela Internet, mas em breve vários projetos nacionais estarão disponíveis para consulta.[6]

Enquanto essas bibliografias científicas retrospectivas não estão prontas, uma parte de seu papel está sendo desempenhado pelos catálogos informatizados de grandes bibliotecas, arquivos e museus, que permitem aos pesquisadores localizarem, através da Internet, livros e documentos antigos sobre os temas que estudam.[7] No entanto, a estrutura desses catálogos não foi planejada de acordo com as necessidades dos historiadores da ciência, e não permitem localizar facilmente obras relativas a um assunto amplo, em um período cronológico determinado, ou obras publicadas em um determinado país, por exemplo. As bibliografias científicas retrospectivas serão estruturadas de forma completamente diferente, facilitando muito o trabalho dos historiadores.

---

[5]Ver a opção "History of Science and Technology Database" no *site* da *History of Science Society*: http://depts.washington.edu/hssexec/

[6]Com relação ao Brasil e Portugal, ver MARTINS, 1994 e MARTINS, 1996.

[7]Para localizar na Internet os principais catálogos de bibliotecas, podem ser utilizados, por exemplo, os seguintes endereços: http://sunsite.berkeley.edu/Libweb/ ou http://www.webpan.com/msauers/libdir/ ou http://www.lights.com/webcats/

As bibliografias e os catálogos devem ser complementados por processos que facilitem a obtenção dos próprios documentos a distância. Já é possível, em alguns casos, solicitar por correio eletrônico e pagar com cartão de crédito fotocópias e microfilmes de artigos, livros e manuscritos. O passo seguinte, que é a transmissão eletrônica dos próprios documentos, deve se tornar uma prática comum em pouco tempo.

Bibliotecas virtuais, que contêm os próprios documentos sob forma digital, já estão começando a surgir tanto na Internet como sob forma de discos ópticos. É possível obter atualmente algumas obras "clássicas" gratuitamente pela Internet, como o *Origin of species,* de Darwin, o *Dialogo dei massimi sistemi,* de Galileo, e todas as obras de Aristóteles.[8] Há diversos projetos independentes que estão alimentando a Internet com textos científicos históricos, mas esse é um processo lento e caro. Com a tecnologia atual, é necessário fazer a varredura óptica ("escaneamento") de um livro (ou seu microfilme), depois analisar a imagem assim obtida através de um programa de reconhecimento óptico de caracteres (OCR), e por fim fazer uma correção manual do resultado. Já é possível fazer uma correção automática de textos para idiomas modernos, mas com risco de erro. Sem contar o trabalho de correção manual, que é a parte mais cara do processo, o custo atual de digitalização de um livro é cerca de 50 dólares americanos, e, portanto, a digitalização de dez milhões de livros (gerando cerca de 10 Tb de texto, que podem ser contidos em 1.000 discos ópticos do tipo DVD) teria um custo de meio bilhão de dólares americanos. Nenhum projeto individual de nenhuma parte do mundo contará com recursos tão grandes, mas o esforço combinado de projetos menores espalhados por todo o mundo acabará por produzir as bibliotecas eletrônicas do futuro.

Esse custo pode ser reduzido, mas não muito (dificilmente poderá se tornar um centavo de dólar por página). Os programas de reconhecimento de caracteres e de correção automática de originais deverão se tornar cada vez melhores, de tal forma que em um futuro próximo a revisão humana desses textos possa se limitar a casos muito especiais.

Dispondo-se de um texto em forma digital, torna-se muito mais fácil analisá-lo, procurar palavras-chave, comparar diferentes textos, etc. Assim, o texto eletrônico permite realizar mais rapidamente e de forma mais adequada certos tipos de pesquisas que são muito mais difíceis de realizar a partir de um texto impresso – especialmente se ele não possuir um bom índice analítico.

As barreiras lingüísticas começam a ser rompidas por programas tradutores, mas os sistemas atualmente disponíveis ainda não produzem resultados confiáveis. Em um futuro próximo, a evolução dos programas de tradução permitirá aos historiadores da ciência trabalharem com textos digitais escritos nos principais idiomas,

[8]Ver, por exemplo: http://www.ntu.edu.au/education/online.htm ou http://sunsite.berkeley.edu/alex/ ou http://www.fordham.edu/halsall/science/sciencesbook.html ou http://www.promo.net/pg/ ou http://un2sg4.unige.ch/athena/html/sc_txt.html

eliminando uma das dificuldades atuais de quem lida com fontes de diversos países. Pode ser, no entanto, que durante algumas décadas ainda seja impossível confiar nas traduções produzidas eletronicamente quando se tratar dos trechos mais delicados e importantes das fontes primárias. Principalmente no caso de textos antigos, quando o próprio significado das palavras era diferente do atual, é possível que o trabalho humano não seja substituído.

Imagens de manuscritos, de material iconográfico (fotografias, desenhos, quadros, etc.) e cópias virtuais tridimensionais de objetos materiais (aparelhos, animais, plantas, etc.) estão sendo elaboradas e logo se tornarão disponíveis pela Internet, permitindo a obtenção rápida de informações desses novos tipos, além de material bibliográfico. Dentro de pouco tempo será possível, por exemplo, de qualquer parte do mundo, manipular uma cópia virtual de um astrolábio do *Science Museum* de Oxford, de tal modo que será possível não apenas observá-lo de qualquer ângulo e com grande detalhe, mas também girar suas partes e utilizar essa cópia virtual do mesmo modo que o original poderia ser utilizado.

Os processadores de texto facilitaram muito a redação de artigos, livros e teses. Quando os tradutores eletrônicos estiverem mais desenvolvidos, tornarão possível a um historiador escrever textos em idiomas que não conhece bem.

A utilização da Internet para divulgação de idéias está levando à criação de hipertextos que interligam muitos documentos diferentes e que contêm imagens e outros recursos. Poderão surgir em pouco tempo trabalhos historiográficos que sejam estruturados primariamente sob a forma de hipertextos, com ramificações e interconexões que não podem ser reproduzidas adequadamente em um texto impresso. Mas não é plausível que a forma de textos tradicionais venha a desaparecer no futuro próximo.

A colocação de textos, manuais, bibliografias e outros recursos de história da ciência na Internet facilitará a formação de novos historiadores da ciência. Deverão também se desenvolver rapidamente cursos a distância voltados para a divulgação da história da ciência. Já estão se formando vários núcleos importantes relacionados à história da ciência de temas específicos que apresentam uma grande variedade de recursos interligados – textos primários, textos secundários, guias de estudo, imagens, biografias, etc.[9] O ensino da história da ciência logo se tornará muito mais dinâmico e profundo, com o acesso a recursos desse tipo.

Há duas ou três décadas, havia a expectativa de que o uso de bases de dados informatizadas permitiria revolucionar a historiografia da ciência pelo uso de análises quantitativas da ciência, através da análise de citações e co-citações, bibliometria, etc. (KRAGH, *An Introduction to the Historiography of Science*, cap. 17). No entanto, essa não parece ser uma tendência forte, atualmente.

---

[9]Ver, por exemplo, *The Galileo Project* – http://es.rice.edu/ES/humsoc/Galileo/index.html ou o *Pavia Project Physics* – http://193.204.37.2/museo/IntroE.htm ou o *Carmen Giunta's Classic Chemistry* – http://maple.lemoyne.edu/~giunta/index.html

Nas próximas décadas, *certamente* se tornará cada vez mais fácil, mais rápido e mais barato encontrar informações históricas e obter documentos relevantes. No entanto, nem tudo será mais fácil. Surgirão alguns problemas novos, para a pesquisa histórica do futuro, por causa do uso quase exclusivo de documentação eletrônica pelos cientistas. Os originais e "manuscritos" (rascunhos, etc.) de trabalhos científicos tenderão a ser destruídos, e grande parte da correspondência eletrônica mantida pelos cientistas será perdida, enquanto não se popularizar a prática de guardar cópias de todos os documentos (e correio eletrônico) em meios ópticos de armazenagem de dados (MARTINS, 1992).

## TENDÊNCIAS RECENTES QUE PROVAVELMENTE CONTINUARÃO A SE DESENVOLVER

Nas últimas décadas houve um aumento do número de pessoas envolvidas com história da ciência.[10] A profissionalização cresceu, com um aumento expressivo dos cursos de pós-graduação na área, criação de revistas, realização de congressos, elaboração de teses, etc. Esse aumento e essa profissionalização devem continuar a se desenvolver, mas é pouco provável que em um futuro próximo desapareçam os "amadores" – jornalistas que publicam artigos e livros sobre história da ciência sem estarem bem informados sobre o assunto, cientistas que escrevem de forma ingênua sobre temas históricos,[11] introduções "históricas" totalmente *Whig* em teses científicas.

Neste final de século, os historiadores da ciência dão uma atenção cada vez maior a aspectos sociológicos da ciência e interpretam as atividades dos cientistas como uma luta para obter poder e reconhecimento.[12] Essa forma de abordagem ainda está longe de se esgotar, e deve continuar a crescer e se modificar no futuro próximo.

Outras tendências recentes também devem prosseguir no início do próximo século, tais como o estudo de temas e personagens que não pertencem à corrente principal da ciência "vitoriosa"; estudos sobre a ciência recente ou atual;[13] estudos etnográficos do trabalho científico, através de técnicas de observação direta; coleta ativa de documentos, com a formação de arquivos relativos à ciência recente; produção

[10]Esse aumento não tem sido muito grande, quando comparado às áreas das "ciências duras". No período de 1958 até 1998 (40 anos), o número de referências da bibliografia anual da revista *Isis* dobrou, passando de 2.000 para 4.100, com um crescimento médio de apenas 1,8% ao ano. No mesmo período, o número de referências de artigos de física publicados no *Physics Abstracts* aumentou mais de 20 vezes, passando de 9.200 para 190.000, com um crescimento médio de 5,9% ao ano.

[11]Stephen Brush comentou recentemente o papel dos "cientistas-historiadores", mostrando que nem sempre eles realizam trabalhos de baixa qualidade: BRUSH, 1995.

[12]A sociologia da ciência passou por diferentes fases, cujo histórico pode ser encontrado, por exemplo, em: COLLINS, 1983; GASTON, 1980; BARNES, 1990.

[13]Uma descrição dos vários métodos utilizados nas pesquisas sobre história das ciências recentes pode ser encontrado em SÖDERQVIST, *The Historiography of Contemporary Science and Technology*.

ativa de documentos, tais como entrevistas com pesquisadores (história oral); estudo de diferentes culturas, incluindo a ciência antiga não européia (chinesa, islâmica, indiana, africana, da América pré-Colombiana, etc.);[14] estudos etnológicos de temas científicos e técnicos (etno-astronomia, etno-biologia, etno-matemática, etc.). Estão sendo abordadas relações entre a ciência e temas sociais importantes – como ciência e gênero, ciência e raça, ciência e minorias. No entanto, uma consulta à bibliografia corrente da revista *Isis* mostra que ainda existe um predomínio de publicações historiográficas relacionadas à ciência européia (e, no século XX, norte-americana), aos "grandes personagens" e às principais teorias científicas atualmente aceitas. É pouco provável que ocorra uma inversão dessa ênfase em um futuro próximo.

Se compararmos os números de trabalhos citados[15] nas bibliografias publicadas pela *Isis* referentes a 1958 e 1998, veremos que a distribuição geográfica e cronológica dos trabalhos publicados não mudou muito nas últimas décadas – exceto no que se refere a estudos relativos à ciência do século XX, que aumentaram significativamente:

| **Período cronológico e/ou região geográfica** | **Bibliogr. Isis 1958** | **Bbliogr. Isis 1968** | **Bibliogr. Isis 1978** | **Bibliogr. Isis 1988** | **Bibliogr. Isis 1998** |
|---|---|---|---|---|---|
| Pré-história e povos "primitivos" | 0,9 % | 0,3 % | 0,5 % | 0,3 % | 0,4 % |
| Oriente Médio antigo | 2,0 % | 0,8 % | 0,2 % | 0,6 % | 0,9 % |
| Antigüidade Clássica | 6,7 % | 8,2 % | 6,6 % | 6,0 % | 5,6 % |
| Idade Média | 8,1 % | 5,8 % | 6,4 % | 6,0 % | 5,6 % |
| Cultura Islâmica | 6,2 % | 2,0 % | 2,7 % | 2,6 % | 1,7 % |
| Índia | 1,2 % | 1,0 % | 0,8 % | 0,6 % | 0,5 % |
| Extremo Oriente | 3,8 % | 1,6 % | 1,8 % | 1,0 % | 0,6 % |
| América Pré-Colombiana | 0,0 % | 0,2 % | 0,2 % | 0,3 % | 0,1 % |
| Renascimento | 11,6 % | 8,7 % | 7,3 % | 5,5 % | 6,2 % |
| Século 17 | 32,7 % | 24,1 % | 24,6 % | 12.0 % | 11,4 % |
| Século 18 | – | – | – | 11,2 % | 10,6 % |
| Século 19 | 21,0 % | 31,3 % | 34,2 % | 25,8 % | 23,3 % |
| Século 20 | 5,8 % | 15,9 % | 14,3 % | 28,2 % | 33,0 % |

A utilização de novas fontes, bem como um melhor uso das fontes e o surgimento de novas técnicas de pesquisa deve levar a descrições históricas melhores, abordando aspectos que não eram conhecidos anteriormente. Independentemente do tema estudado, as grandes obras temáticas (livros gerais tentando apresentar toda a história da matemática, toda a história da astronomia, etc.) quase desapareceram, e

[14]Sob a liderança de Joseph Needham, o estudo da história das ciências e técnicas na China teve um forte desenvolvimento na segunda metade do século 20. Outras culturas, no entanto, como a indiana, ainda esperam projetos semelhantes para serem desvendadas. Ver, por exemplo: HABIB & RAINA, *Situating the History of Science: Dialogues with Joseph Needham*.

[15]Foram computados apenas os trabalhos classificados cronologicamente; trabalhos mais amplos ou que não tratam de períodos específicos não estão incluídos na tabela abaixo.

os historiadores se dedicam preferivelmente à investigação muito detalhada de episódios específicos. Ao invés de obras mais amplas produzidas por um único autor, temos obras coletivas (coletâneas) com capítulos escritos por diferentes autores sobre seus temas preferidos. No entanto, uma coletânea não substitui uma síntese mais ampla, e devem surgir no futuro próximo algumas obras mais amplas, sem prejuízo dos trabalhos de pesquisa detalhados sobre pontos específicos.

Embora exista uma especialização crescente, não se espera que venha a existir nenhum curso de *graduação* em história da ciência. Portanto, no futuro como agora, pessoas com diferentes formações básicas irão se dedicar à história da ciência, por diferentes razões, trazendo consigo diferentes abordagens e problemas, o que deve continuar a enriquecer e diversificar essa área de pesquisas.

## USO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NA EDUCAÇÃO

Há atualmente um grande interesse na aplicação da História da Ciência ao ensino. Em grande parte, esse interesse proveio de paralelos estabelecidos por Piaget e seus colaboradores entre o processo psicogênico das crianças e as etapas históricas pelas quais passou a evolução da ciência (PIAGET & GARCIA, *Psychogenesis and the History of Science*). A história da ciência é vista atualmente como um importante instrumento no ensino das ciências, por vários motivos: como forma de introduzir a ciência em cursos de humanidades; como meio de facilitar e aprofundar a compreensão conceitual da própria ciência; como instrumento para permitir a discussão e ensino da própria natureza e método da ciência; e outras finalidades.[16]

Essa nova demanda social pelo uso da história da ciência deverá mudar a estrutura institucional e o conteúdo da disciplina nas próximas décadas. Hoje em dia, os historiadores da ciência escrevem cada vez mais para a própria comunidade de historiadores. Além disso, com a presente hegemonia da sociologia da ciência, a maior parte dos estudos de história da ciência tem deixado totalmente de lado os temas filosóficos e conceituais.[17] No entanto, o novo público constituído pelos professores de ciências que desejam utilizar a história da ciência no ensino solicita um tipo de abordagem que trate tanto de aspectos sociais quando filosóficos, metodológicos e conceituais das ciências, e que focalize temas tradicionais, tais como os que fazem parte dos currículos das escolas e universidades. Os cientistas e professores são atualmente ignorantes e/ou hostis aos desenvolvimentos recentes da historiografia da ciência, talvez por perceber que essa atual abordagem é hostil à própria ciência. Haverá, portanto, uma grande pressão de origem educacional para a produção de

---

[16]Uma revisão recente dos usos da história e da filosofia da ciência na educação pode ser encontrada em: MATTHEWS, *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. Ver também: MATTHEWS, *History, Philosophy, and Science Teaching: Selected Readings*. Toronto.

[17]Sobre esse ponto, ver NICKLES, 1995, e LAUDAN, 1990.

uma nova linha de trabalhos historiográficos dedicados a temas conceituais, filosóficos e metodológicos, que os historiadores da ciência com formação sociológica não desejam nem estão preparados para desenvolver.

Se os historiadores da ciência profissionais não responderem a essa demanda, poderá ocorrer uma cisão – os historiadores continuarão a desenvolver uma sociologia da ciência, os professores e cientistas desenvolverão uma nova história conceitual e filosófica da ciência. Já se observa neste instante que os educadores estão organizando novas revistas,[18] congressos específicos,[19] disciplinas, cursos de pós-graduação e outras atividades dedicadas à história da ciência – e poucos historiadores da ciência profissionais estão envolvidos nesse movimento.

A importância da história e da filosofia da ciência na educação *provavelmente* continuará a crescer nas próximas décadas,[20] e isso produzirá uma forte tensão institucional e (provavelmente) uma ruptura da história da ciência em duas linhas ou mesmo duas disciplinas independentes.

## PROBLEMAS ATUAIS DA HISTÓRIA SOCIOLÓGICA DA CIÊNCIA

A abordagem sociológica da história da ciência é atualmente, sem dúvida, a tendência mais forte na área. Essa abordagem não se considera uma dentre muitas abordagens, mas vê a si própria como a única abordagem *válida*. De acordo com os defensores dessa abordagem, interpretações psicológicas são inaceitáveis; análises conceituais são tolas; a epistemologia deveria ser substituída pela análise social da prática científica (epistemologia social); a ciência não tem nenhuma dignidade nem valor específico; a dinâmica social pode ser descrita e compreendida sem qualquer referência a distinções relativas a valores epistêmicos.

É especialmente o "programa forte" da sociologia da ciência desenvolvido por David Bloor e outros (PINCH, 1990) que advoga um relativismo radical, a idéia de

---

[18]A principal revista dedicada à interface entre história e filosofia da ciência e ensino das ciências é "Science & Education: Contributions from History, Philosophy and Sociology of Science and Education", ISSN 0926-7220, publicada pela editora Kluver (há uma outra revista diferente, que se chama "Science and Education").

[19]Desde 1983 foram realizados vários congressos europeus sobre história e filosofia da ciência e educação, iniciando-se com uma conferência internacional em Pavia (1983) e em seguida München (1986). Desde então têm sido realizados congressos bienais em diferentes cidades. O congresso de 1999 (*5th International History and Philosophy of Science & Science Teaching Conference*) foi realizado novamente em Pavia, e o de 2001 será realizado nos Estados Unidos. Será coordenado pelo professor William McComas (mccomas@almaak.usc.edu).

[20]Na Inglaterra, em 1986 foi iniciada uma série de congressos sobre história da ciência e ensino, levando à criação, em 1989, da revista *Teaching the History of Science*. Neste mesmo ano, o currículo nacional britânico passou a incluir como obrigatório o uso de história e filosofia da ciência no ensino secundário. Ver PUMPHREY, 1991. Em outros países, e também no Brasil, essa tendência está também se tornando cada vez mais forte.

que as crenças devem ser explicadas *apenas* por forças sociais, e que não se deve fazer qualquer referência ao "mundo real" ou às categorias de verdadeiro/falso, raciona/irracional, etc., na análise da ciência. No entanto, essas mesmas idéias permeiam atualmente o trabalho da grande maioria dos historiadores e sociólogos da ciência.

Por que motivo os sociólogos voltaram sua atenção para a ciência e desenvolveram esse tipo de abordagem? Talvez se trate de uma "vingança histórica". Durante muitas décadas os pesquisadores das áreas de ciências naturais e "exatas" desprezaram a sociologia, considerando que se tratava de uma ciência "inferior" ou uma não-ciência. Agora, os sociólogos procuram mostrar que todas as ciências, incluindo as naturais e "exatas", não passam de um jogo social, sem nenhum valor intrínseco especial.

Minha *opinião* é que é válido e útil estudar as forças sociais que agem no desenvolvimento da ciência, e que esses estudos proporcionaram um grande favor à compreensão da dinâmica científica, desmistificando os "grandes cientistas" e tirando o pesquisador de seu pedestal. Por outro lado, acredito que não é válido *limitar* a história da ciência (e toda a metaciência) à sociologia da ciência. Não existe uma abordagem única que seja a única a ser seguida por todos.

Tomemos um exemplo: a história do último teorema de Fermat. Deveriam os historiadores da matemática se limitar a discutir, por exemplo, como os matemáticos *negociaram* a prova desse teorema? Em minha visão, esse tipo de abordagem, aplicado a esse caso específico, não pode proporcionar nenhum resultado interessante. Mesmo se for possível desenvolver um estudo sociológico desse tema, tal estudo não permitirá abordar os aspectos realmente importantes desses três séculos de tentativas frustradas, até a prova final do teorema, pois terá que deixar de lado todos os aspectos formais e lógicos das tentativas de demonstração.

A abordagem sociológica atual proíbe muitos tipos de investigação histórica. Eis aqui alguns exemplos de problemas que já não são considerados como válidos, de acordo com essa visão:

- Era a física de Galileo completamente diferente da ciência medieval e renascentista, ou existiu uma continuidade conceitual entre a física aristotélica e a galileana?
- Havia argumentos e evidências aceitáveis a favor do sistema de Copérnico na época em que Galileo se converteu a esse sistema?
- O método utilizado por Galileo era semelhante ao método escolástico que ele aprendeu quando era estudante?
- Existem inconsistências internas no *Diálogo sobre os dois principais sistemas do mundo* de Galileo?
- Galileo apresentava uma descrição correta da física de Aristóteles, ao combatê-la, ou distorcia essas idéias?
- Galileo descreveu experimentos reais, ou apenas experimentos imaginários? Isto é, são os experimentos e resultados descritos por Galileo *possíveis*, sob o ponto de vista científico?

Podemos imaginar um historiador da ciência na linha de Alexandre Koyré se debruçando sobre esses problemas, sem qualquer preocupação sociológica. No entanto, um historiador da ciência atual, vinculado à tendência sociológica restritiva, jamais poderia escrever um artigo dedicado a esclarecer uma questão como essas.

A abordagem sociológica atual não apenas proíbe certos tipos de estudos históricos, como também eliminou a importância da filosofia: o futuro da epistemologia é tornar-se uma "epistemologia social", de acordo com Steve Fuller (FULLER, *Social Epistemology*). No entanto, esse tipo de posição tem graves problemas. Qualquer extrapolação a partir de uma descrição sociológica da ciência para a produção de *normas* só pode proporcionar um manual de estratégias a serem seguidas por cientistas que queiram ser socialmente bem-sucedidos a qualquer custo – algo parecido como *O Príncipe,* de Maquiavel, e totalmente diferente de qualquer manual de metodologia científica ou teoria do conhecimento. Qualquer tentativa de proporcionar normas éticas a serem seguidas pelos cientistas deve parecer ridícula, às pessoas que adotam essa perspectiva.[21]

Os sociólogos podem resolver dar o nome de "epistemologia" àquilo que estão desenvolvendo. No entanto, é *impossível* substituir a epistemologia filosófica por uma "epistemologia social" nascida do estudo da prática científica, porque

1. a análise sociológica da ciência *exige* um conhecimento epistemológico para sua fundamentação; e
2. nenhuma análise puramente sociológica pode distinguir entre inferência válida e inválida, fundamentação válida ou inválida, etc. e portanto não pode proporcionar as normas e critérios que os cientistas (incluindo os sociólogos) requerem para guiar sua pesquisa.

Vejamos o primeiro aspecto. A atual sociologia da ciência não poderia ter nascido se a *análise filosófica da ciência* não tivesse abandonado a visão ingênua da ciência como verdade. Suponha, por exemplo, que uma teoria pudesse ser conclusivamente provada ou refutada por um experimento "crucial". Nesse caso, uma análise sociológica da aceitação ou rejeição de uma teoria provada ou rejeitada por um experimento crucial seria tola. Era por aceitar uma visão ingênua da natureza da ciência que Max Weber e outros pensadores afirmaram a impossibilidade de uma sociologia da ciência. O "programa forte" da sociologia da ciência tomou como base alguns resultados *epistemológicos* tais como a tese de Duhem-Quine:[22]

---

[21]A necessidade de normas éticas é sentida de forma especialmente forte nas ciências biológicas. Ver, por exemplo: BULGER *et al*. *The Ethical Dimensions of the Biological Sciences*.

[22]"A base filosófica para a concepção sociológica existe há um longo tempo, por exemplo, na obra dos pragmáticos americanos e em Duhem, mas durante mais de meio século não houve interesse em fazer uso apropriado desse material" (BARNES, 1990, p. 64).

- Nenhuma proposição pode ser refutada individualmente por nenhuma evidência pois, qualquer que seja a evidência, é sempre possível fazer ajustes no restante do sistema, de modo a evitar o falseamento.[23]

Note-se que a tese de Duhem-Quine não se fundamentou sobre uma pesquisa histórica ou sociológica, *e não pode ser substituída por nenhuma generalização histórica ou sociológica.*

Algumas pessoas interpretam a filosofia como uma mera sucessão de opiniões, sem nenhuma estabilidade e sem nenhum resultado permanente. Para essas pessoas, a substituição da epistemologia por resultados obtidos a partir de generalizações históricas pode parecer um avanço. No entanto, essa visão é equivocada. A epistemologia filosófica pode proporcionar e tem proporcionado muitos resultados sólidos, que são aceitos por todos os filósofos. Por exemplo:

- Nenhum conjunto de descrições empíricas pode proporcionar uma fundamentação adequada para a crença de que C é a causa de E (Hume).
- É impossível proporcionar uma prova dedutiva de todas as proposições que constituem uma teoria sem incorrer ou em um regresso infinito, ou em um círculo vicioso (Aristóteles).

Nenhuma pessoa que tenha compreendido os argumentos *filosóficos* apresentados por Aristóteles e Hume para fundamentar esses resultados jamais poderia duvidar dos mesmos. Trata-se de aquisições permanentes da teoria do conhecimento, essenciais para qualquer análise da ciência (MARTINS, 1999). Ignorar a existência de uma base sólida na epistemologia filosófica não é uma demonstração de superioridade, e sim de ignorância. Por isso – e por outros motivos – a abordagem sociológica atual é excessivamente estreita e tola.

Passemos ao segundo ponto. A abordagem sociológica atualmente dominante assume que os pesquisadores não necessitam de nenhuma orientação epistemológica propriamente dita para guiar suas pesquisas, devendo apenas seguir regras metodológicas *ad hoc* específicas da época, de sua área de pesquisa, etc. Por isso, não haveria necessidade (nem possibilidade) de proporcionar regras sobre o que constitui uma inferência válida ou inválida, uma fundamentação válida ou inválida, etc. Ocorre, no entanto, que nem todos os cientistas dedicam todo os seu tempo apenas a estratégias de negociação e convencimento, e muitos possuem um desejo sincero de fazer "boa" ciência. Como os valores epistêmicos[24] são ignorados pela abordagem sociológica, tais cientistas precisam recorrer a alguma outra fonte normativa – a filosofia – para poderem orientar seu trabalho, para poderem avaliar os trabalhos

---

[23]Há muitos enunciados dessa tese. O aqui apresentado se baseia principalmente em HESSE, 1970, p. 195. Ver também: CURD & COVER, *Philosophy of Science: the Central Issues*, p. 257-279.

[24]Sobre valores epistêmicos ver: HEMPEL, 1981; ELLIS, 1988.

de outros pesquisadores e para poderem educar e orientar novos cientistas. Não parece plausível que os cientistas abandonem essa necessidade e se contentem com o manual de estilo maquiavélico acima referido.

## UMA VISÃO MAIS EQUILIBRADA

Tendo apresentado minha opinião, eis agora minha "profecia" sobre o futuro da sociologia da ciência:

- A atual abordagem sociológica se tornará cada vez mais isolada de outras abordagens da história da ciência e de outros campos da metaciência.
- Abordagens conceitual, metodológica e filosófica da história da ciência se tornarão mais fortes, por causa de sua relevância para a educação científica.
- Em um futuro próximo, a maioria dos sociólogos da ciência aceitará a coexistência de diferentes abordagens metacientíficas *válidas.*

Deve tornar-se claro que existe uma ampla diversidade de problemas históricos, exigindo métodos diferentes. Eis alguns exemplos abaixo.

| QUESTÃO | MÉTODO |
|---|---|
| Por que a maioria dos cientistas, no país P, na época T, aceitou (ou rejeitou) a teoria ou hipótese H? | Deve-se analisar tanto fatores internos (evidência e argumentos científicos, existência de alternativas) quanto fatores sociais (religiosos, filosóficos, políticos, o processo social de disseminação da hipótese H, estratégias adotadas pelos defensores ou críticos de H, etc.). |
| Por que a produção científica diminuiu durante a segunda guerra mundial? | A resposta só pode ser obtida por uma abordagem sociológica, analisando fatores sociais, políticos e institucionais amplos. Será irrelevante estudar teorias e argumentos científicos da época. Histórias biográficas apenas serão relevantes como exemplos particulares. |
| Por que o cientista S propôs ou aceitou ou rejeitou a hipótese H, em uma época em que a maioria dos cientistas tinha uma opinião diversa sobre H? | Será essencial utilizar informação biográfica. Deve-se analisar as características pessoais de S e influências especiais que agiram sobre S, contrastando-as com as influências gerais da época e com as características do cientista "típico" daquela época e local. |

Haverá ainda espaço para uma interação frutífera entre a história da ciência e a epistemologia filosófica? Certamente que sim. O trabalho de análise de terminologia, de análise de argumentos, etc., que pode ser empregado pelo historiador, é de natureza

epistemológica. Por outro lado, a história da ciência proporciona ao epistemólogo elementos concretos sobre os quais ele pode refletir. Uma epistemologia normativa que propusesse uma caracterização de ciência totalmente incompatível com tudo o que já se fez até hoje na prática científica seria inadequada.

Atualmente, há ramos metacientíficos que se desenvolveram pouco, como a psicologia da ciência (ver Apêndice ao final deste artigo). É impossível prever se ela se desenvolverá fortemente (ou não) nas próximas décadas. Pode-se, no entanto, afirmar que o aperfeiçoamento dessa abordagem é desejável, pois um enfoque psicológico é exigido para se poder tratar de temas como os seguintes: criatividade (heurística), motivação pessoal, observação e percepção, sentimentos e papel de emoções no trabalho científico, diferenças psicológicas entre diferentes tipos de pesquisadores, processos mentais, e crenças (enquanto estados psicológicos). Afinal de contas, se o processo científico envolve pensamento, e se o pensamento é um processo psicológico, não seria a psicologia da ciência tão importante quanto a sociologia da ciência?

Tenho a esperança de que, nas próximas décadas, a área de história da ciência continue a melhorar o nível da pesquisa historiográfica e que esse campo de estudos, assim como o domínio mais amplo de estudos metacientíficos, adote uma pluralidade de abordagens, sem que nenhuma delas tente proibir ou dominar as demais.

## AGRADECIMENTOS

O autor agradece o apoio recebido do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARNES, Barry. Sociological theories of scientific knowledge. In: OLBY *et al*. *Companion to the History of Modern Science*, 1990. p. 60-73.

BRUSH, Stephen. Scientists as historians. In: THACKRAY, Arnold (ed.). *Constructing Knowledge in the History of Science*. Chicago: University of Chicago Press, 1995 (Osiris, ser. 2, v. 10). p. 215-231.

BULGER, R. E., HEITMAN, E. & REISER, S. J. (eds.). *The Ethical Dimensions of the Biological Sciences*. Cambridge: Cambridge University Press, 1993.

BUTTERFIELD, Herbert. *The Whig Interpretation of History*. New York: Norton, 1965.

CHRISTIE, J.R.R. The development of the historiography of science. In: OLBY *et al*. *Companion to the History of Modern Science*, 1990. p. 5-22.

COLLINS, H. M. The sociology of scientific knowledge: studies of contemporary science. *Annual Review of Sociology,* n. 9, p. 265-285, 1983.

CURD, Martin & COVER, J. A. (eds.). *Philosophy of Science: the Central Issues*. New York: W. W. Norton, 1998.

ELLIS, Brian. Solving the problem of induction using a values-based epistemology. *The British Journal for the Philosophy of Science,* n. 39, p. 141-60, 1988.

FULLER, Steve. *Social Epistemology*. Bloomington. IN: Indiana University Press, 1988.

GASTON, Jerry. Sociology of Science and Technology. In DURBIN, Paul T. (ed.). *A Guide to the Culture of Science, Technology, and Medicine*. New York: The Free Press, 1980. p. 465-526.

HABIB, S. Irfan & RAINA, Dhruv (eds.). *Situating the History of Science: Dialogues with Joseph Needham*. New Delhi: Vedams Books International, 1999.

HALL, A. Rupert. On whiggism. *History of Science,* n. 21, p. 45-59, 1983.

HARRISON, Edward. Whigs, prigs and historians of science. *Nature,* n. 329, p. 213-214, 1987.

HEMPEL, Carl G. Turns in the evolution of the problem of induction. *Synthese*, n. 46, p. 389-404, 1981.

HESSE, Mary. Quine and a new empiricism. In: *Knowledge and Necessity*. London: Macmillan, 1970. p. 191-209. (Royal Institute of Philosophy Lectures, v. 3)

KRAGH, Helge. *An Introduction to the Historiography of Science*. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.

LAUDAN, Larry. The history of science and the philosophy of science. In: OLBY *et al. Companion to the History of Modern Science*, 1990. p. 47-59.

MARTINS, Roberto de Andrade. Building a bibliographical data-base on old science, medicine and technique in Portugal and Brazil. *Quipu – Revista Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnologia,* v. 11, n. 3, p. 311-32, 1994.

MARTINS, Roberto de Andrade. O que é a ciência, do ponto de vista da epistemologia? *Caderno de Metodologia e Técnica de Pesquisa*, n. 9, p. 5-20, 1999.

MARTINS, Roberto de Andrade. O sistema de arquivos da universidade e a memória científica. In: *Anais do I Seminário Nacional de Arquivos Universitários*. Campinas: UNICAMP, 1992. p. 27-48.

MARTINS, Roberto de Andrade. Sources for the study of science, medicine and technology in Portugal and Brazil. *Nuncius - Annali di Storia della Scienza,* v. 11, n. 2, p. 655-67, 1996.

MATTHEWS, Michael R. *History, Philosophy, and Science Teaching: Selected Readings*. Toronto: OISE Press, 1991.

MATTHEWS, Michael R. *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. London: Routledge, 1994.

MAYR, Ernst. When is historiography Whiggish? *Journal of the History of Ideas,* n. 51, p. 301-309, 1990.

NICKLES, Thomas. Philosophy of science and history of science. In: THACKRAY, Arnold (ed.). *Constructing Knowledge in the History of Science*. Chicago: University of Chicago Press, 1995 p. 139-163 (Osiris, ser. 2, v. 10).

OLBY, Robert Cecil, CANTOR, G.N., CHRISTIE, J.R.R. & HODGE, M.J.S. (eds.). *Companion to the History of Modern Science.* London: Routledge, 1990.

PIAGET, Jean, & GARCIA, R. *Psychogenesis and the History of Science*. Trad. Helga Feider. New York: Columbia University Press, 1989.[25]

PINCH, Trevor. The sociology of the scientific community. In: OLBY *et al*. *Companion to the History of Modern Science*, 1990. p. 87-99.

PUMFREY, Stephen. History of science in the National Science Curriculum: a critical review of resources and aims. *British Journal for the History of Science*, n. 24, p. 61-78, 1991.

RUSSELL, C. Whigs and professionals. *Nature,* n. 308, p. 777-8, 1984.

[25]Existe tradução: PIAGET, Jean e GARCIA, R. *Psicogênese e História das Ciências*. Trad. M.F.M.R. Jesuíno. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1987.

SÖDERQVIST, Thomas (ed.). *The Historiography of Contemporary Science and Technology*. Amsteldijk, The Netherlands: Harwood, 1997. (Studies in the history of science, technology, and medicine, 4)

THACKRAY, Arnold. The prehistory of an academic discipline: the study of the history of science in the United States, 1891-1941. *Minerva,* n. 18, p. 448-473, 1980.

## APÊNDICE: PSICOLOGIA DA CIÊNCIA

A área de estudos de psicologia da ciência é pouco conhecida, talvez por não dispor de uma organização e um esquema de divulgação tão poderoso quanto o dos sociólogos da ciência.[26] Essa área está no entanto crescendo e se organizando.[27] Para as pessoas interessadas, fornecemos abaixo uma pequena bibliografia preliminar,[28] que pode servir de base para o início de estudos nessa área.

AMABILE, T. M. *Creativity in Context*. Boulder, CO: Westview Press, 1996.

FINKE, R. *Creative Imagery: Discoveries and Inventions in Visualization*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1990.

GHOLSON, B., W.R. SHADISH, R.A. NEIMEYER & HOUTS, A.C. (eds.). *Psychology of Science: Contributions to Metascience*. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.

GINGERICH, O. (ed.). *Scientific Genius and Creativity*. New York: W. H. Freeman & Co., 1982.

GORMAN, Michael E. *Transforming Nature: Ethics, Invention and Discovery*. Boston: Kluwer Academic Press, 1998.

KIVENSON, G. *The Art and Science of Inventing*. New York: Van Nostrand Reinhold Co., 1977.

KOESTLER, Arthur. *The Act of Creation*. London: Hutchinson, 1976.

LOVIE, Alexander D. *Context and Commitment: A Psychology of Science*. New York: Harvester Wheatsheaf, 1992.

MAHONEY, M.J. Psychology of the scientist: An evaluative review. *Social Studies of Science*, n. 9, p. 349-375, 1979.

MAHONEY, M.J. *Scientists as Subject: The Psychological Imperative*. Cambridge, MA: Ballinger, 1976.

MARGOLIS, H. *Paradigms and Barriers: How Habits of Mind Govern Scientific Beliefs*. Chicago: University of Chicago Press, 1993.

---

[26]Curiosamente, os sociólogos da ciência parecem estar notando o crescimento desse campo e dedicando-se a absorvê-la como parte da sociologia. Ver SHADISH, William R. & FULLER, Steve (eds.). *The Social Psychology of Science*. New York: Guilford Press, 1994.

[27]Foi criado recentemente o *Psychology of Science Electronic Group* (ver informações na Internet, no endereço http://cogsci.nici.kun.nl/psych.of.science/). O coordenador da lista de discussão é Eric G. Freedman (freedman_e@msb.flint.umich.edu), a quem devem se dirigir os interessados em participar da referida lista, que abrande os seguintes interesses: "Broadly speaking, the focus of this group is scientific thinking. However, an incomplete list of specific topics of interest to members include hypothesis testing, scientific creativity, the role of imagery in science, computer models of scientific discovery, social processes and conceptual change in science".

[28]Nem todas as obras indicadas são exclusivamente sobre psicologia da ciência. Algumas tratam sobre outros assuntos, também.

MASLOW, Abraham Harold. *The Psychology of Science: A Reconnaissance*. New York: Harper & Row, 1966.

MITROFF, Ian I. *The Subjective Side of Science*. Amsterdam: Elsevier, 1974.

ROOT-BERNSTEIN, R.S. *Discovering: Inventing and Solving Problems at the Frontiers of Human Knowledge*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

SIMON, H.L., LANGLEY, P.W., & BRADSHAW, G. Scientific discovery as problem solving. *Syntheses*, n. 47, p. 1-27, 1981.

SMITH, S.M., WARD, T.B. & FINKE, R.A. (eds.). *The Creative Cognition Approach*. Cambridge, MA: MIT Press, 1995.

STERNBERG, R.J. & DAVIDSON, J. (eds.). *The Nature of Insight*. Cambridge, MA: MIT Press, 1995.

TWENEY, R.D., DOHERTY, M.E. & MYNATT, C.R. (eds.). *On Scientific Thinking*. New York: Columbia University Press, 1981.

WARD, T.B., SMITH, S.M. & VAID, J. (eds.). *Creative Thought*. Washington: American Psychological Association, 1997.

# REALISMO Y CIENCIA

*Rodolfo Gaeta*[*]

## RESUMEN

Durante largo tiempo se ha mantenido el debate acerca de la existencia de las entidades teóricas. En cierto momento se presentó como un enfrentamiento entre realistas e instrumentalistas. En épocas más recientes se presenta como el debate entre realistas y antirrealistas. El problema puede plantearse en dos planos: en el plano empírico y en el propiamente metafísico. La confusión de estos planos ha oscurecido el debate. Es así como algunos empiristas, Schlick por ejemplo, se declararon realistas empíricos pero se opusieron a cualquier forma de realismo metafísico. Mientras que Kuhn adopta una posición claramente metafísica a favor del realismo y se aparta del realismo empírico. En este trabajo se analizan algunos aspectos de esta problemática y se sostiene que la discusión sobre la existencia de las entidades teóricas es esencialmente metafísica y, en consecuencia, todos los intentos de resolverla por medio de la consideración de la actitud de los científicos, los progresos de la ciencia o la adopción de la epistemología naturalizada parecen estar condenados al fracaso.
**Palabras clave**: realismo; ciencia; metafísica; instrumentalismo; observación.

## REALISM AND SCIENCE

The problem of the existence of theoretical entities can be raised in two levels: the empirical level and the metaphysical level. The debate between realists and anti-realists was often darkened by mixing these two levels. In the present paper, several aspects of this issue are analyzed. It is held that the controversy is essentially metaphysical, and so any attempt to solve it through the survey of scientist's attitudes, the progress of science or the adoption of naturalized epistemology seems to go to failure.
**Key words**: realism; science; metaphysics; instrumentalism; observation.

En ciertos momentos, los avances que se observan en el desarrollo de los Conocimientos científicos alimentan la aspiración de que puedan contribuir a resolver – o quizás a disolver algunos problemas filósoficos. Esta esperanza ha chocado, empero, con la comprobación de que, entre otros obstáculos, nuestras propias

*Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina. *E-mail*: rgaeta@filo.uba.ar

reflexiones acerca de las ciencias han generado nuevos interrogantes filosóficos que ellas mismas no parecen estar en condiciones de llegar a responder. Tal es el caso de las cuestiones ontológicas planteadas en torno a la existencia de las entidades inobservables a las que hacen referencia las teorías científicas. Diversas han sido las posiciones adoptadas con respecto a es tópico. Pero aun la reciente tendencia de considerar la ciencia desde una perspectiva naturalizada no alcanza –a mi juicio– para señalar una conclusión satisfactoria del debate. Ello se debe , seguramente a la pluralidad de aspectos que el problema presenta.

En primer lugar, el carácter peculiar de las entidades teóricas, a primera vista, no hace más que complicar las cuestiones metafísicas propias relativas al concepto de existencia en general. Así, por ejemplo, pareciera que,aun cuando pudiese arribarse a un acuerdo acerca del status ontológico de los objetos ordinarios de la percepción, no se avanzaría mucho com respecto a las entidades inobservables. Aunque dejáramos de lado todas las reservas formuladas a propósito de la distinción entre términos teóricos y términos observacionales, conjuntamente con cualquier duda cartesiana sobre la existencia de un mundo externo, no habríamos resuelto el problema fundamental de las entidades teóricas.

Estas circunstancias nos llevan a preguntarnos hasta qué punto la cuestión de la existencia de las entidades teóricas está ligada efectivamente a un problema metafísico más general. Dicho de otro modo, hasta dónde quienes se declaran realistas asumen al mismo tiempo una actitud metafísicamente realista. Es oportuno tener presente que muchos filósofos capaces de enfrentarse mutuamente con respecto, inclusive, a la legitimidad de la metafísica tanto como a la concepción que cada uno abriga respecto de la naturaleza del conocimiento científico, no vacilarían en considerarse por igual realistas. Tal ha sido el caso de representantes destacados del empirismo lógico como lo ha sido el de sus aguerridos críticos, Kuhn y Feyerabend.

Conocido el proverbial recelo, cuando no el desprecio, de los empiristas por la metafísica, merecen alguna mención las actitudes que en algunas ocasiones manifestaron hacia el realismo. Moritz Schlick encaró resueltamente esta cuestión en su ensayo "Positivismo y realismo". Luego de presentase a sí mismo como un estricto positivista y al aceptar mismo tiempo que tal postura importa negar toda posibilidad a la metafísica, se ve en la necesidad de aclarar que ello es así solamente de acuerdo con una específica definición de "metafísica", la que la identifica con la teoría del verdadero ser, el ser trascendente y opuesto a las inauténticas apariencias. Para quienes así han venido interpretando los términos, los posivistas han terminado restringiendo lo real a lo dado; pero Schlick rechaza enfáticamente esta alternativa, en cuyo caso los positivistas quedarían adheridos a alguna variante del idealismo metafísico, en la medida en que atribuyeran a lo dado cierto carácter mental, y desembocarían en algún tipo de concepción berkeleyana o directamente en el solipsismo. Y conforme a los lineamientos establecidos previamente por Mach y Avenarius, Schlick califica como neutral la condición de lo dado. Pero no sólo recurre al apoyo de lo que considera la única adecuada interpretación de los postulados ontológicos del positivismo, sino también a

las iluminatorias reflexiones de Kant e identifica el realismo de un empirista consecuente con la postura que aquél denominó "realismo empírico". No se trata, pues, de corregir los enunciados existenciales del lenguaje corriente o los de los científicos sino, en todo caso, de restituirles el significado del que parecen haberlos apartado ciertas preocupaciones de los filósofos. Schlick juzgaba absurdo, efectivamente, dudar en las condiciones habituales de la existencia de los objetos materiales. Así, el mundo externo, en cuanto conjunto de cosas que existen independientemente de nosotros conserva su plena vigencia.

En el caso de Schlick, las mismas consideraciones se aplican cuando pasamos de la cuestión de la realidad del mundo externo en general a la discusión sobre el realismo científico. Las entidades teóricas existen tan independientemente de nuestras mentes como los objetos cotidianos. Negarlas equivaldría nuevamente a suponer que podría haberles correspondido una existencia trascendente en la misma perspectiva metafísica que Schlick juzgaba carente de sentido. Y una vez más acude a la autoridad de Kant para fundamentar la razonabilidad de su convicción en cuanto dentro del sistema kantiano los átomos, por ejemplo, no han de figurar como cosas en sí, sino como integrantes de la realidad empírica.

Pero cabe preguntarse, antes de proseguir, si Schlick no pretendía resolver de manera sospechosamente rápida tan arduas cuestiones, en particular en lo que se refiere al debate sobre el realismo científico. Después de todo, aunque los científicos embarcados en la discusión del alcance ontológico de las hipótesis científicas – digamos, las diferencias entre quienes se inclinaban hacia el realismo, el convencionalismo o el realismo – seguramente se hallaban en alguna medida bajo la influencia de una u otra concepción filosófica, no es tan evidente que las condiciones de la discusión acerca de la existencia de los objetos cotidianos deban transladarse simétrica y exactamente a la cuestión del realismo científico. ¿Es cierto que no cabe la posibilidad de sostener coherentemente la existencia de ciertas entidades – por ejemplo, los objetos de los que solemos denominar "directamente observables", como las mesas y los árboles – y negarnos a afirmar la existencia de otras entidades presuntas que podrían ser de algún modo los constituyentes o las causas no directamente perceptibles de la realidad observable?.

Schlick descarta esta úlltima alternativa porque, aunque insiste en desvincular su positivismo de cualquier intención de considerar los objetos que componen el mundo externo como construcciones lógicas o conceptuales constituidas a partir de datos sensibles, complejos de sensaciones a los cuales en última instancia se reducirían, lleva a cabo una identificación de la realidad con la experiencia, o más rigurosamente dicho, con la experiencia posible. Y ella descansa, a su vez, en la asimilación semántica entre el significado de un enunciado y su modo de verificación. Así, de acuerdo con Schlick, el principio básico del empirismo, a saber, que solamente en lo dado puede probarse la verdad o la falsedad de los enunciados, incluidos los que afirman la existencia de determinadas entidades, se interpreta erróneamente si se piensa que sólo lo dado es efectivamente real. Dicho de otra forma, afirmar la existencia de algo equivale a

suponer que podemos, en principio, experimentarlo. Y no habría entonces diferencia alguna entre los objetos cotidianos y las entidades teóricas a las que se refieren las teorías científicas: tanto los enunciados que se formulan sobre los primeros como los que incluyen términos teóricos se contrastan igualmente por medio de la experiencia; y cuando se producen las correspondientes verificaciones es lícito concluir que en ambos casos se trata de entidades reales. ¿Pero cómo puede llegar a ocurrir, entonces, que dos personas que comparten plenamente la creencia de que su laboratorio, el equipamiento que contiene y los árboles que perciben a través de las ventanas existen, sin ninguna duda, lleguen a discrepar sobre la real existencia de los átomos, los quarks o cualquier otra cosa postulada por determinadas teorías, aunque ambos científicos puedan considerar que la evidencia experimental a favor de tales teorías es razonablemente suficiente.

Puede argumentarse que, a pesar de todo, subsiste una diferencia entre el mundo cotidiano y los mundos descriptos por las teorías científicas, el primero mantiene, al menos dentro de la vigencia de un contexto cultural, o de una sucesión de contextos culturales históricamente conectados, una composición ontológicamente estable en líneas generales. En condiciones normales, discutir si un árbol o una montaña realmente existe sólo parece posible cómo un ejercicio estrictamente filosófico en el que alguno de los participantes se ha comprometido con la defensa del realismo metafísico. Pero no es seguro que ocurra lo mismo cuando se trata de las entidades teóricas. Por lo pronto, ellas han resultado enormemente más elusivas, mientras nuestras creencias del sentido común con respecto a las características observables de las cosas que componen el mundo externo permanecen en general estables. En las condiciones corrientes, podemos asegurar que los objetos que observamos existen y rara vez nos vemos en la necesidad de retractarnos porque hay motivos para pensar que hemos sufrido una ilusión perceptiva o una alucinación. Basta suponer que compartimos nuestro lenguaje y nuestros facultades sensibles con otras personas para esperar que estemos de acuerdo acerca de qué objetos nos rodean. Pero, evidentemente, no sucede lo mismo con las entidades teóricas.

La identificación de los objetos cotidianos con las entidades teóricas sugerida por Schlick ignora las diferencias señaladas en la medida en que surge de la teoría del significado asociada a su positivismo. Podríamos resumir su posición diciendo que la existencia y naturaleza de cualquier entidad se agota en sus manifestaciónes observables, sin que importe si se trata de algo presente directamente a la simple inspección de nuestros sentidos desnudos o con la intervención de complejos aparatos de laboratorio. Todo atributo que no pueda llegar a manifestarse en algunos de estos modos queda relegado a la condición de metafísico. Así, toda la ontología resulta unificada.

Con argumentos un poco diferentes, Carnap también descalificó el planteo metafísico del problema de la existencia. Preguntarse por la existencia de una determinada entidad tiene pleno sentido dentro de un marco lingüístico; pero carece de sentido cuando se formula como una cuestión externa, es decir, cuando el interrogante se dirige a la existencia en general de las de los distintos tipos de entidades

a las que se hace referencia dentro del marco. En este último caso sólo corresponde la elección de uno u otro marco lingüístico, una elección que depende, en última instancia, de razones de utilidad o algún otro tipo de conveniencia. Como señala Salmon (p.240), estas consideraciones muestran una inclinación de Carnap hacia el instrumentalismo. Salmon piensa que Carnap siguió manteniendo siempre esa posición. No obstante, subsisten dificultades para encuadrar la postura de Carnap en el debate entre realistas e instrumentalistas. Ello se debe, fundamentalmente, a la superposición de de la dicotomía realismo – instrumentalismo con la distinción entre realismo metafísico y realismo empírico. Además, es interesante enterarnos, como resultado de las investigaciones de Salmon en la correspondencia de Carnap, de que el autor de *Philosophical Foundations of Physics* había pensado en un primer momento diferenciar dos tipos de instrumentalismo —uno que adopta una tesis negativa sobre las entidades teóricas y otro neutral que las considera a la manera de Ramsey— pero finalmente no formuló esa distinción porque un lector del manuscrito le advirtió que esta idea de un instrumentalismo neutral se habría apartado completamente del uso habitual del término.

De todos modos, queda claro que Carnap no hubiera deseado adoptar ningún compromiso propiamente metafísico. Descartada esa posibilidad, es decir, si se deja de lado el planteamiento metafísico del problema, nuevamente podría presentarse la cuestión de la existencia de las entidades teóricas en el plano empírico. En principio, podría admitirse la existencia de los objetos directamente observables y optar entre una actitud realista o bien suscribir una concepción instrumentalista con respecto a las entidades teóricas. Surge aquí, sin embargo una dificultad. Carnap llegó a reconocer que la distinción entre las entidades observables y las que no lo son es borrosa e inestable, de manera que la propia distinción incluye un importante ingrediente de convencionalidad. Y en tal caso es difícil afirmar la existencia real de las prímeras y negarla para las segundas. Paolo Parrini, luego de analizar cuidadosamente las oscilaciones que se advierten en el pensamiento de Carnap, concluye que puede ser considerado un realista, a condición de que su realismo científico se comprenda en el sentido empírico y no en el metafísico.

Las breves alusiones históricas precedentes responden al objetivo de precisar en alguna medida ciertos aspectos de un debate que se ha reavivado más recientemente y que suele expresarse en términos de realismo-antirrealismo. Es sabido que Putnam ha pasado de ser un firme defensor del realismo científico a una posición decididamente crítica respecto de sus ideas anteriores. La nueva concepción de Putnam, a la que llamó "realismo interno", aunque posteriormente consideró que sería más adecuado denominarla "realismo pragmático", procura conservar el realismo del sentido común y extenderlo a los objetos científicos sin caer en los absurdos y las antinomias que afectan las distintas manifestaciones del realismo metafísico. El objetivo de Putnam es mostrar que el realismo es perfectamente compatible con la relatividad de los conceptos. La nueva concepción de Putnam, empero, ha generado dudas entre sus intérpretes por cuanto es difícil establecer en qué medida puede considerársela un

realismo de nuevo cuño o una manifestación antirrealista. Para empezar, la oposición que Putnam formula entre su realismo interno y el realismo metafísico o externalista, que reconoce heredera de la distinción kantiana entre realismo empírico y realismo metafísico, lleva a pensar inmediatamente en los antecedentes que hemos citado: Schlick y Carnap. Recuerda, en particular, la división carnapiana entre cuestiones externas y cuestiones internas. Dadas estas similitudes, y aunque los argumentos de Putnam sean diferentes de los elaborados por los otros dos autores, no parece desacertado opinar que si aquellos han de ser considerados realistas, lo mismo vale, en principio, para Putnam.

Una manera de hacer patente el alcance del realismo de Putnam, es contrastar sus ideas con las de Kuhn. Vale la pena mencionar, de paso, que Kuhn también reconoce explícitamente cierta inspiración kantiana en su perspectiva de la ciencia. Todo depende, pues, de qué aspectos de la filosofía de Kant ha querido rescatar cada uno de estos remotos herederos. Mientras Schlick, Carnap y Putnam hacen buen uso de la diferenciación entre realismo empírico y realismo metafísico, Kuhn apoya su relativismo en la incognoscibilidad y la inefabilidad de la cosa en sí. Putnam, por su parte, sospecha que Kant se vio obligado a postular un mundo nouménico no por consideraciones relativas a cuestiones epistemológicas sino por razones vinculadas con sus reflexiones sobre la ética, y propone abandonar el resabio eminentemente metafísico de las cosas en sí. Es así como, mientras la doctrina de Putnam hace lugar a un realismo empírico y rechaza el realismo metafísico asociado a la postulación de un mundo nouménico, Kuhn adhiere a la que parece ser una premisa fundamental del realismo metafísico y despliega un vasto conjunto de argumentaciones que pueden interpretarse como un rechazo del realismo empírico. En efecto, así lo indican su minimización del papel de la contrastación empírica de las hipótesis científicas, su interés en subrayar las dificultades que encierran los intentos de resolver desacuerdos científicos a través de la experiencia, sus permanentes esfuerzos por reformular la tesis de la inconmensurabilidad, sus fuertes reservas con respecto a la aplicabilidad del concepto de verdad. Creo que no sería exagerado decir que, para Kuhn, tanto los objetos cotidianos como las entidades de las que hablan las teorías científicas en realidad no existen, porque están ligadas a la manera de describir y articular el mundo propia de cada lenguaje o teoría científica. La auténtica existencia queda reservada para las cosas en sí, independientes de todo lenguaje y toda creencia, y como tales, completamente inaccesibles.

Esta situación presenta un cierto aspecto curioso. De acuerdo con una sugerencia de R. Creath, cuando un empirista como Carnap reconoce el debilitamiento de la frontera entre el lenguaje teórico y el observacional, se ve en la necesidad de conceder la existencia de entidades teóricas, puesto que carecería de sentido pretender que nada de lo que decimos implica un compromiso ontológico; y ya no hay razones para restringir tal compromiso sólo a los objetos observables. Pero es evidente que Kuhn estaría aun menos dispuesto que Carnap a sostener una separación entre lo observacional y lo teórico. En consecuencia, y por esos mismos motivos, sólo le

queda la alternativa de restringir su compromiso ontológico al ámbito inexpugnable de las cosas en sí. Kuhn se muestra dispuesto a aceptar que, no obstante la separación entre ese mundo nouménico y los diversos mundos en los que trabajan los científicos o los diferentes mundos que corresponderían a lenguajes inconmensurables, el primero, el auténticamente real, ejerce restricciones sobre las creencias posibles. Pero Kuhn deja en el misterio la manera como tales restricciones pueden llegar a operar. En síntesis, en contraste con la actitud de Schlick o la de Carnap – si concedemos finalmente que Carnap sustentaba alguna forma de realismo – Kuhn adopta una alternativa ontológica que ilustra la posibilidad de mantener un realismo metafísico combinado con un antirrealismo empírico.

Estamos viendo, pues, que como lo sugiere precisamente el título de uno de los libros de Putnam, el realismo puede presentársenos con muchos rostros diferentes. Pero a las variedades ya ejemplificadas pueden agregarse algunas más. Hasta ahora, hemos considerado, fundamentalmente, las siguientes posibilidades. Una alternativa es afirmar la existencia de los objetos observables desde el sentido común y al mismo tiempo adoptar una actitud instrumentalista con respecto a las entidades teóricas. Pero hemos visto que algunos empiristas lógicos se sintieron obligados a descartar el instrumentalismo debido a las dificultades que origina la distinción entre lo teórico y lo observacional, de manera que terminaron siendo realistas tanto con respecto a los objetos cotidianos como a los postulados por las teorías científicas. Esta posición coincide con el realismo interno de Putnam y contrasta con la postura de Kuhn.

Una opción diferente de todas ellas, consiste en privilegiar la existencia de las entidades teóricas en desmedro de las cosas directamente observables. Varios autores consideran que ésta es precisamente la característica distintiva del realismo científico. Así, Roberto Torretti señala que los realistas cientIficos no se contentan con la simple aceptación de que los sustantivos y los pronombres que figuran en el discurso científico denotan objetos realmente existentes y no meros constructos producidos por la imaginación de los científicos. El realismo científico sostiene que las cosas a las que hacen referencia las teorías científicas son reales en un sentido más fuerte que los objetos del sentido común; de manera que estos últimos sólo llegan a tener una existencia degradada, como si vivieran "de prestado", en cuanto son "manifestaciones humanamente condicionadas de lo realmente real". Torretti rastrea el origen de esta actitud hasta Demócrito, para quien en rigor de verdad solamente existían átomos y vacío, y señala la continuidad de esta tradición a través del pensamiento de Galileo, Descartes, Boyle y Locke. A juicio de Torretti, esta concepción se vio favorecida por las convicciones religiosas de aquellos hombres: su firme creencia en Dios los llevó a concebir que el universo responde a un diseño geométrico conforme al plan divino. Y esta orientación, aunque resultara posteriormente despojada de sus connotaciones teológicas, persiste en la mentalidad de los actuales realistas científicos. Por estos motivos, Torretti saluda la conversión operada en el pensamiento de Putnam, en cuyo realismo pragmático encuentra una adecuada formulación del tipo de realismo que corresponde a la ciencia tal como efectivamente se lleva a cabo esta actividad. Porque

el discurso científico no puede separarse de la práctica científica y el conocimiento que brinda no es más que la continuación del que proporciona el sentido común.

Por mi parte, debo confesar que estas apelaciones al sentido común y a la práctica científica no me resultan suficientemente convincentes. Aun cuando se admita que la ciencia sea de algún modo la continuación del sentido común, no estoy muy seguro de que también lo constituya la filosofía. En primer lugar, resulta llamativo que a veces se intente atribuir a concepciones francamente opuestas entre sí conformidad por igual con el sentido común. En algunos textos de filosofía se presenta el realismo ingenuo como surgido directamente de las convicciones implícitas en el sentido común. Pero también la doctrina de Berkeley se presenta como una aguda formulación de lo que en el fondo está de acuerdo con el sentido común. Schlick, por ejemplo, juzga perversa la interpretación del pensamiento de Berkeley que lo enfrenta a las creencias comunes y señala que el obispo sólo trató de explicarlas. Y Torretti señala que Berkekey, "el padre del antirrealismo", sólo quiso vindicar la realidad cotidiana frente a una doctrina tan artificial como la de Locke, aunque reconoce que introdujo un equívoco que pagó con el precio de una persistente impopularidad. Permítaseme decir que, por atinados que sean los argumentos de Berkeley en contra del realismo materialista, he encontrado pocos alumnos no contaminados previamente con la filosofía dispuestos a reconocer en ellos la expresión de sus propias creencias.

Además, no tenemos ninguna garantía de que las creencias explícitas o implícitas del sentido común constituyan un conjunto consistente; más bien creo que hay razones para sospechar lo contrario. De todos modos, e independientemente de su etimología, cuando la palabra "real" aparece en una discusión metafísica, funciona en un contexto obviamente muy distinto de las ocasiones en las cuales puede llegar a ser usada en la vida cotidiana. Tales ocasiones no son muy frecuentes y cuando se producen tienen que ver casi siempre con algún objeto o algún hecho en particular, y su calidad de real se refiere a un contraste con lo que es erróneo, fingido, imaginario, ilusorio o mendaz. Podemos tener dudas sobre si cierto episodio que recordamos vagamente efectivamente ocurrió o quizas lo soñamos. Pero la extrapolación de esta posibilidad al conjunto de todo lo que percibimos ya sea para afirmar o negar su realidad, me parece que va mucho más allá del alcance de las problemáticas del sentido común, y en consecuencia no sé cuál sería el valor de insistir en que una u otra posición guarda más conformidad con él.

Y en cuanto a la relación entre el discurso y la práctica científicos tengo dudas parecidas. Torretti llama la atención acerca del hecho de que la controversia sobre el realismo científico se desarrolla dentro de la física y disciplinas cercanas a ellas, algo que no les sucede, según cree a los historiadores, por ejemplo. No sé si esto es así, porque han aparecido ciertas opiniones a propósito de algunas disciplinas humanas o sociales que son bastante similares a aquella controversia. Justamente, y era esperable, así ha comenzado a suceder, por caso, en relación con la historia, porque las interpretaciones constructivistas tarde o temprano alcanzan a cualquier clase de conocimiento. Además, la circunstancia de que los debates sobre la cuestión del

realismo hayan sido protagonizados no solamente por filósofos sino también por físicos de la talla de Einstein, me parece que debilita el argumento de la práctica. Es difícil de creer que no estaban suficientemente familiarizados con las actividades características de su disciplina, y el mero hecho de que haya surgido el debate indica que no hay una interpretación unívoca de las consecuencias ontológicas de tal práctica.

En fin, soy conciente de que no he podido hacer la más ligera mención a muchos aspectos y autores de gran relevancia en relación con estos temas. Pero los que he considerado, aunque muy somerante, responden a mi intención de destacar algunas cuestiones que particularmente me interesan. Y he tratado de sugerir, si no de mostrar, que la cuestión del realismo, en un sentido amplio, permanece en última instancia, en una esfera eminentemente metafísica. Como hacen notar Salmon y Parrini, Carnap eliminó en la segunda edición de *Philosophical Foundations of Physics* un párrafo en el cual sostenía, de acuerdo con Nagel, que las diferencias entre los instrumentalistas y los realistas son de naturaleza esencialmente lingüística. Pero Carnap agrega que las posiciones son compatibles en tanto los instrumentalistas no se empeñen en negar que las teorías poseen valores de verdad y que las entidades teóricas tienen existencia. Ciertamente, como señala Creath, esta salvedad resulta insólita y Carnap procedió prudentemente al dejar de lado el párrafo. Es que, según creo, tratar de encuadrar la controversia del realismo dentro de lo empírico, como le hubiera gustado a Carnap no es resolverla sino, en todo caso, abandonarla.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS


CREATH, R. Carnaps's Scientific Realism: Irenic or Ironic?. In RESCHER, N. (ed.). *The heritage of Logical Positivism*. Lanham: University Press of America, 1985.

PARRINI, P. With Carnap beyond Carnap: Metaphyisics, Science, and the Realism/Instrumentalism Controversy. In SALMON, W. & WOLTERS, G. (eds.). *Logic, Languaje, and the Structure of Scientific Theories*. Pittsburgh: Pittsburgh Press, 1994.

SALMON, W. Carnap, Hempel, and Reichenbach on Scientific Realism. In SALMON, W. & WOLTERS, G. (eds.). *Logic, Languaje, and the Structure of Scientific Theories*. Pittsburgh: Pittsburgh Press, 1994.

——. Comment: Carnap on Realism. In SALMON, W. & WOLTERS, G. (eds.). *Logic, Languaje, and the Structure of Scientific Theories*. Pittsburgh: Pittsburgh Press, 1994.

SALMON, W. & WOLTERS, G. (eds.). *Logic, Languaje, and the Structure of Scientific Theories*. Pittsburgh: Pittsburgh Press, 1994.

# CIÊNCIA E TECNOLOGIA: ESTRATÉGIA E NEODESENVOLVIMENTISMO

*Sergio Weigert**

**RESUMO**

O texto discute, a partir de um cenário histórico onde é situada a relação estabelecida nos Países Centrais entre ciência e tecnologia e as políticas de Estado, a necessidade que se redevolva ao Brasil uma política de ciência e tecnologia que possua um caráter estratégico.
Num segundo momento, partindo do papel que desempenhou nos anos 50 aquela que é definida como a principal ideologia da modernidade no Brasil, o *desenvolvimentismo*, o ensaio pretende perscrutar quais as possibilidades de um novo movimento, aqui batizado de *neodesenvolvimentismo*, a fim de constituir esta política com sentido estratégico para a área de ciência e tecnologia.
**Palavras-chave**: ciência; tecnologia; desenvolvimentismo; neodesenvolvimentismo; estratégia.

**SCIENCE AND TECHNOLOGY: STRATEGIC POLICIES AND *NEO-DEVELOPMENTALISM***

This article discusses the necessity of creating a policy for science and technology in Brazil which will assume a strategic position for the development of the country. In this way, this article examines the historical relationships among science, technology, and State policies in the developed countries. Furthermore, based on the influence that the developmental policy had in the 50's as the major ideology of the Brazilian modernity, the possibilities of a new movement hereby called *neo-developmentalism* will be examined, so as to construct a strategic policy for science and technology in Brazil.
**Key words**: science; technology; developmentalism; neodevelopmentalism; strategy.

O conceito de *estratégia* chega até nós principalmente através dos gregos e é utilizado geralmente com um sentido militar. Entretanto, pode ser utilizado, e efetivamente o é, com o sentido de *projeto*, de coisa elaborada na perspectiva de uma realização de mais longo prazo e não imediatamente. E é nesta última significação que o conceito de estratégia passa a ter uma íntima relação com ciência e tecnologia. É que uma política de ciência e tecnologia configura-se, antes de tudo, como um projeto

*Jornalista e professor. *E-mail*: sergio@farroupilha.sct.gov.br

que escapa à imediaticidade das demandas político/sociais e que tem a pretensão, para que possa ter alguma eficácia, de se constituir a longo prazo, atravessando gerações e gerações, servindo de base a um determinado modelo de desenvolvimento de um país. Na verdade, a estratégia científica e tecnológica de um país pode ser entendida como uma espécie de lastro sobre o qual se erguem projetos que, em última análise, derivam deste "lastro". Com efeito como se pode ter uma idéia de desenvolvimento para um país na ausência de um projeto científico e tecnológico?

Entretanto, convém ressaltar que a própria existência de um projeto científico e tecnológico com pretensão estratégica tem determinadas implicações. Em primeiro lugar, revela o fato de que uma determinada sociedade já não vive o momento elementar de sua sobrevivência imediata. As prementes e urgentes condições em que o homem não consegue reproduzir mais do que as instâncias necessárias para manter-se vivo dia após dia é peculiar a um mundo ausente de um projeto de ciência e tecnologia. Submetidos à violência diária e imediata da natureza era impossível a nossos ancestrais imaginarem qualquer coisa que os tornasse independentes e livres desta relação tão direta quanto opressiva. Quando se configura um projeto desta natureza já não se vive tal momento, mesmo que aqui estejamos falando, por exemplo, ao nível primário das primeiras comunidades agrícolas. O surgimento destas comunidades e a rudimentar tecnologia (já que dificilmente poderemos falar, com rigor, em *ciência* neste momento)[1] que acompanha seu nascimento é um indicativo já de uma dimensão estratégica, nos termos que estamos a nos referir. Trata-se de vencer o dia-a-dia, e de reproduzir condições de existência capazes de representar algum tipo de estabilidade e permanência. Manifesta-se aqui, ainda que de maneira muito rudimentar, a idéia de perpetuação do processo humano através do tempo e, conseqüentemente, a idéia de futuro. Assim podemos dizer que o projeto científico e tecnológico, mesmo neste plano primitivo, implicava já em uma dimensão estratégica. E se pretendêssemos falar em termos filosóficos poderíamos dizer que este processo tecnológico e científico confunde-se com a própria dimensão teleológica que atribui um efetivo caráter humano ao fenômeno do *homo sapiens*.[2]

Na modernidade o Estado toma para si este atributo teleológico. O sentido do desenvolvimento de um país é imprimido pelas estratégias científicas e tecnológicas definidas como políticas de Estado. É verdade que tudo isso se combina com o desenvolvimento do mercado e com a própria força econômica das burguesias

---

[1]É interessante observar que nestes estágios primitivos de desenvolvimento humano seria mais correto referirmo-nos não a uma ciência e tecnologia mas a uma tecnologia e ciência já que o processo científico tal como ficou conhecido e disseminado no ocidente cristão, generalização de fenômenos particulares, e a partir disto a constituição de leis bem como o estabelecimento de regras formais de conhecimento e exposição de resultados, é muito posterior ao momento a que estamos nos referindo.

[2]A diferença entre o pior arquiteto e a melhor abelha, argumentam sobre este assunto alguns pensadores, é que enquanto a abelha constrói sua colméia movida apenas pela instintividade, pela obediência cega às leis da natureza, o arquiteto, antes de colocar em pé seu edifício sobre o solo, o constrói antes em sua mente.

nascentes. Mas enquanto o crescimento econômico dos ramos particulares da economia é abandonado ao sabor e gosto do mercado e ao vai-e-vem das energias econômicas liberadas pela vivacidade e experimentação do burguês empreendedor o Estado ocupa-se do sentido de largo prazo do desenvolvimento e zela pelo avanço de uma ciência e uma tecnologia que não está submetida ao interesse imediato de um ou outro de seus parceiros burgueses.

Basta ver, por exemplo, que foi sob a mão ditatorial de Cromwell que a Inglaterra pôs em marcha o poderio naval que depois a faria senhora dos mares e seria responsável mais tarde ainda pelo domínio imperial vitoriano sobre uma vastidão de terras, da América à Austrália, onde o sol jamais se punha, como gostavam de se gabar os cavalheiros britânicos.

Como se vê este pacto que, na Inglaterra produziu-se antes do que em todos os outros países da Europa, interessava tanto ao Estado quanto à burguesia. Ele não coibia o vigor empresarial dos homens de negócios da *City* que tinham a liberdade, por exemplo, para se associarem com as empresas holandesas navegadoras das Índias Ocidentais e Orientais ou se apropriarem dos frutos gerados pelos descobrimentos marítimos feitos pelos portugueses na América. Por outro lado, o Estado não era chamado a dispersar sua atividade econômica no varejo do dia-a-dia.

E, por mais que o liberalismo e a livre iniciativa fossem trombeteados aos quatro ventos, o fato é que foi este acordo, que, aliás, nunca precisou ser claramente explicitado, que moveu, e move até hoje, o desenvolvimento daqueles países que contemporaneamente chamamos de Países Centrais.

Neste sentido, percebe-se claramente que os apelos à liberdade do mercado e a crença na sua capacidade espontânea de auto-regular-se nunca se constituiu em empecilho a que houvesse uma efetiva concepção estratégica sobre ciência e tecnologia e, conseqüentemente, sobre as bases do desenvolvimento do país. Assim como a existência desta concepção e o próprio papel desempenhado pelo Estado não impediu que a ideologia do liberalismo fosse dominante, pelo menos até o *crack* de 1929 quando a economia mundial foi brutalmente acordada de sua ilusão liberal.

Importa referir ainda que a existência, ainda que implícita deste acordo entre a burguesia e o Estado, onde este último aparecia como universalizador das demandas sociais, mesmo que isso implicasse, algumas vezes, contrariar os interesses particulares da classe burguesa ou de suas frações, produziu uma soldadura no que diz respeito aos interesses estratégicos do país, ao mesmo tempo que, e isto é particularmente importante, inoculou nas burguesias do centro um certo sentido cívico, uma preocupação com o desenvolvimento do conjunto da Nação que diminuiu em muitos graus a ganância imediata do lucro imediato. Neste contexto facilita-se, como é evidente, o trânsito de uma idéia que dá um sentido estratégico à ciência e tecnologia.

Na periferia, e particularmente entre nós no Brasil, o cenário é bem outro. Vista pela metrópole, a colônia é apenas o *lugar* onde deve se exercer a rapina oficial. Na ausência de ouro e pedras preciosas, que só vieram a aparecer 200 anos depois, levava-se o que havia, mesmo que fosse apenas madeira. Além disso, como é óbvio,

não produziu-se entre nós aquele ambiente social e cultural que capacitou o pacto a que referimos nas sociedades centrais. O Estado, herdeiro das tradições repressivas da corte portuguesa, cultural e economicamente atrasado num primeiro momento apenas teve visão política e força econômica para comandar a rapina e a repressão. E, em um segundo momento, com a vinda da família imperial, capitaneou um liberalismo capenga que apenas teve o duvidoso mérito de atrelar mais diretamente o desenvolvimento da economia da colônia às forças mais dinâmicas, nem por isto menos repressivas, do capitalismo inglês.[3]

Por outro lado, a burguesia brasileira jamais teve qualquer vitalidade econômica ou política que pudesse fazê-la desempenhar, por exemplo, o papel da burguesia inglesa a que referimos. Ela surge e se desenvolve não para constituir um pacto com o Estado e, ao mesmo tempo, reconhecendo seu papel cívico, renunciar a interesses imediatos e particulares permitindo o estabelecimento de uma estratégia científica e tecnológica para o país que servisse de base ao desenvolvimento nacional. Ao contrário, o Estado é o canal através do qual a burguesia brasileira imagina que poderá crescer e desenvolver-se. O papel do Estado nesta ótica, portanto, é o de canalizar recursos públicos através de impostos para um projeto baseado na imediaticidade do lucro e no particularismo de interesses situando-se a quilômetros de distância de qualquer preocupação estratégica para o país. Nesse modelo não deve nos impressionar o fato de que até hoje os investimentos privados em pesquisa e desenvolvimento sejam simplesmente ridículos.[4]

O Estado, entretanto, principalmente a partir de 1930 passou a cumprir sua parte. Mesmo que grande parte dos recursos arrecadados fossem dispersos em função dos interesses do populismo clientelista do getulismo, o fato é que esboçou-se um desenvolvimento estratégico para o país onde C&T constituíam-se em uma dimensão essencial.

E, a partir da metade da década de 50, esboçou-se integralmente a grande ideologia da modernidade brasileira: o *desenvolvimentismo*. Não se trata aqui de abordar criticamente os duvidosos significados do desenvolvimentismo originários da CEPAL, mas, de comprender que o país ficou dividido em duas grandes correntes políticas de opinião.

De um lado, os desenvolvimentistas, ou seja, todos aqueles que, apesar das diferenças e divergências, pensavam a solução dos problemas do país a partir de uma estratégia de desenvolvimento industrial impulsionada pelo Estado. O resultado político

[3]Foi sob as exigências dos grandes capitalistas britânicos, a fim de acabar com uma possível concorrência do Paraguai aos produtos ingleses na América Latina, que o Brasil, juntamente com a Argentina e o Uruguai, levou adiante a Guerra do Paraguai que destruiu a incipiente indústria do país e o condenou ao atraso em que até hoje vive.

[4]Maria Conceição Tavares ironizou a ausência de senso cívico da burguesia nacional em recente entrevista. Em resposta ao jornalista que lhe pedia que fizesse uma lista dos 10 empresários brasileiros que mereceriam ser premiados na virada do milênio a economista disse simplesmente que se houvesse no Brasil 10 empresários que merecessem um prêmio, a situação do país seria certamente outra.

de tal processo econômico deveria desembocar na autonomia da Nação diante da dependência externa e do imperialismo, para usarmos aqui uma expressão que fazia muito sucesso à época.

De outro lado estava o Brasil considerado arcaico, os representantes do liberalismo econômico, interessados em manter a "vocação agrária" do país. Por sua vez, a tradução, no plano político, desse projeto econômico era a manutenção do país como exportador de matérias-primas para as potências centrais e consumidor de seus produtos industrializados.

É interessante observar que, apesar dos termos técnicos e econômicos em que era travado, tal debate possuía uma enorme capacidade de combustão ideológica. É que sob o manto dos argumentos econômicos, desenvolvidos em uma linguagem técnica, estavam latentes as implicações políticas: a alternativa a uma situação de dependência e o desafio a uma relação de exploração. Assim, o desenvolvimentismo desfraldava sua bandeira, influente e mobilizadora, a partir do fato de que a Nação podia atribuir-se um projeto histórico.

O Brasil deveria caminhar para um regime de economia autônoma e dinâmica. E, nos termos em que era posta a questão, a autonomia era a condicionante do dinamismo. O país não tinha condições de trilhar esse caminho porque estava amarrado pelas forças arcaicas: o imperialismo consorciado ao latifúndio com interesses agro-exportadores.

Por tudo isso, o desenvolvimentismo pode também converter-se num enorme guarda-chuva político e ideológico onde se abrigava, por exemplo, desde a jovem burguesia nacional que, como vimos, desejava crescer sem muito esforço à sombra do Estado até os marxistas do PCB que viam no desenvolvimento do capitalismo no Brasil a pré-condição para a revolução socialista.

Entretanto, para o que nos interessa aqui cabe referir que o projeto desenvolvimentista, com todas as suas contradições, onde, por exemplo, Kubitschek defendia o desenvolvimento e a autonomia do país, ao mesmo tempo, que aderia sem restrições ao capital estrangeiro, exigia a intervenção do Estado na economia. Ora, isto significa colocar na ordem do dia a idéia de planejamento e o conseqüente fortalecimento de uma perspectiva estratégica. Não por acaso, surgem neste momento grupos de intelectuais (dos quais o mais importante no Brasil foi o Instituto Superior de Estudos Brasileiros, ISEB), trabalhando para o Estado e encarregados de pensar a execução planejada das políticas econômicas.

Depois dessa referência ao desenvolvimentismo podemos dar agora um salto de mais de 40 anos e nos situarmos no debate atual sobre C&T. Entretanto, não devemos estranhar se muitos dos temas que ocupam hoje a agenda de C&T no país são ainda, mesmo que vazados em outros termos ou com outras inflexões, aqueles do desenvolvimentismo. Por exemplo: a mais cara reivindicação do desenvolvimentismo, a de autonomia econômica da Nação, ressurge hoje sob a forma da exigência de desenvolvimento endógeno em C&T. E, ao mesmo tempo, a luta pelo estabelecimento de uma política nacional de C&T tem a mesma característica, embora,

evidentemente, não seja a mesma coisa, daquele amplo guarda-chuva político que, em dado momento, o desenvolvimentismo se constituiu. Esta reivindicação é suficientemente ampla e universalizante para abrigar posições políticas e mesmo ideológicas que, em qualquer outra ocasião, não estariam no mesmo barco. É possível encontrar ali velhos militantes do nacionalismo de par com professores universitários, técnicos e administradores do aparelho do Estado juntamente com gente da velha e nova esquerda.

Entretanto, à exceção de algumas sempre presentes ingenuidades, o debate atual em torno de C&T não pode ser acusado de despolitizado. Ao contrário, o sentido principal que o estrutura é a percepção de que é preciso devolver o caráter estratégico à área de ciência e tecnologia e isso implica uma presença forte do Estado. Assim, pode-se dizer que o atual debate sobre C&T no país, que poderíamos denominar, por exemplo, de neodesenvolvimentismo já está na contracorrente do neoliberalismo.

Acompanhemos, por um momento, este parágrafo de um estudioso onde todas as questões enunciadas acima aparecem sintetizadas.

> Enfim, para que exista e funcione a TH[*] num país em desenvolvimento, escrevem Pirró e Longo, é preciso, obviamente, que existam, em princípio, empresas nacionais nos setores mais dinâmicos da economia e que estas demandem de um robusto sistema de C&T a geração local dos conhecimentos de que necessitem. Quanto ao governo, a ele está, no momento, reservado o papel central para a reversão da atual situação. Ao contrário do que pregam os países que regem as regras políticas e econômicas mundiais na atual conjuntura, o governo dos países em desenvolvimento, que na realidade estão ainda em construção deve ser "máximo" e não "mínimo", mormente em se tratando de desenvolvimento científico e tecnológico.[5]

Ao mesmo tempo, o esquema "clássico" do desenvolvimentismo é modificado por questões novas como são aquelas aportadas, por exemplo, por Roberto Nicolsky.[6] Nicolsky subverte o esquema tradicional que via o desenvolvimento estratégico em C&T como uma cadeia linear onde a ciência básica precedia a todo o processo sendo seguida depois de forma linear pela ciência aplicada, etc. A idéia de Nicolsky é a de que esta cadeia não necessita seguir toda esta linearidade e sugere que a inovação tecnológica é o elo que pode puxar toda a corrente. Admitindo o argumento de Nicolsky, Adão Villaverde afirma que "(...) o aumento da produção de tecnologia, ao invés de

---

[*]TH, triple helix: associação de empresas, universidades e governos com o fim de implementar uma política de C&T.

[5]LONGO, W.P. *Ciência e tecnologia para o século XXI*. Porto Alegre: Governo do Estado do RS, 1999. p. 96.

[6]NICOLSKY, Roberto. *Ciência e tecnologia para o século XXI*. Porto Alegre: Governo do Estado do RS, 1999. p. 51 e ss.

competir com a produção de pesquisa científica e aplicada, promove a geração e utilização intensiva das mesmas, ativando assim todo o aparato científico instalado no país".[7]

Neste mesmo sentido, em que questões novas são acrescentadas à antiga abordagem do desenvolvimentismo, é preciso referir ainda os trabalhos de Renato Dagnino onde a problemática de C&T é vista num cenário amplificado pela exigência de democratização política e econômica das sociedades periféricas. Entretanto, talvez a mais original contribuição a esta perspectiva que batizei de neodesenvolvimentista venha a ser de José Walter Bautista Vidal. Em primeiro lugar, Vidal é crítico ao modelo da CEPAL que está na base do primeiro desenvolvimentismo. Para ele, o modelo cepalino simplesmente incorporou políticas industriais gestadas em outros países de forma acrítica gerando, por exemplo, uma concepção de modernidade desatenta às reais potencialidades do país.

A partir daí, Vidal propõe uma completa redefinição do modelo energético do país atualmente baseado, como sabemos, em combustíveis fósseis. Segundo sua argumentação, é possível construir no Brasil um outro modelo energético, desta vez, com base em combustíveis renováveis. "A biomassa, escreve Bautista Vidal, chama atenção para o que há de original na natureza e nas culturas locais e cria condições para a superação das grandes crises mundiais: energética e ambiental. (...) O ocaso dos combustíveis fósseis cria cruciais problemas civilizatórios que exigem complexas soluções, as quais passam pelas regiões tropicais. A biomassa reúne condições para ser o novo combustível extensivo do século XXI, desta vez permanente e limpo".[8]

Esboça-se, assim, um leque de perspectivas que buscam colocar toda a questão do desenvolvimento científico e tecnológico do país sob uma nova ótica. A denominação de neodesenvolvimentismo, neste sentido, é justificável apenas a título precário tantas são as distinções entre o próprio conteúdo do desenvolvimentismo original e os problemas postos pela atualidade.

Entretanto, o que permanece como ligação entre um momento histórico e outro é a idéia de construir as políticas de desenvolvimento do país com um sentido estratégico. E, se no ideário do primeiro desenvolvimentismo esta concepção vinha envolvida em determinações mais grandiloqüentes, aliás, próprias à época, que implicavam, por exemplo, de forma quase que direta, uma discussão sobre o destino histórico do país, agora o que se percebe é que existe uma concentração de energias na exigência de que o país elabore uma política de C&T. Esta reivindicação é comprendida como a pedra de toque necessária para que se possa redevolver um sentido estratégico à área de ciência e tecnologia.

---

[7]VILLAVERDE, Adão. *Ciência e tecnologia para o século XXI*. Porto Alegre: Governo do Estado do RS, 1999. p. 23.

[8]VIDAL, J.W.Bautista. *Ciência e tecnologia para o século XXI*. Porto Alegre: Governo do Estado do RS, 1999. p. 50.

Até o momento o governo esboçou algumas tímidas respostas a esta demanda. Ao mesmo tempo, entretanto, o neoliberalismo não parece descansar em seu propósito de destruir com qualquer perspectiva estratégica para as políticas de Estado, principalmente em C&T.

Toda esta situação, é claro, não justifica qualquer otimismo. Entretanto, mesmo se o neodesenvolvimentismo atual não tem a mesma força política e não suscita as mesmas paixões ideológicas do seu ancestral dos anos 50 cabe-nos esperar que se ele for capaz de incorporar de maneira criadora novas questões, como tem feito até agora, e, ao mesmo tempo, abrir-se à realidade de outros países, notadamente àqueles do Mercosul, poderá constituir as bases de um movimento político e teórico que permita resistir ao neoliberalismo e configurar um sentido estratégico para a ciência e a tecnologia no país.

# SCIENCE MATRIX 2000: THE FUSION OF THE DIGITAL AND THE REAL IN CONTEMPORARY SCIENTIFIC PRACTICE*

*Timothy Lenoir***

## ABSTRACT

Are we on the verge of a new Renaissance? Like the Renaissance of the fourteenth and fifteenth centuries, this one is deeply connected with a revolution in information technology, however heralding to a "Posthuman" era in which human being becomes seamlessly articulated with intelligent machines. The fusion of digital and physical reality pervades our everyday life and the practice of science. Experience of materiality and our notions of the real are deeply tied to technologies that affect how we experience space and time and how we use our bodies. New computer-based media, the development of "smart devices" and agents that interact with us constantly are reshaping the channels of our experience, transforming our conception of the "real," redefining what we mean by "community," and some would maintain, what we mean by our "selves". The result of such a revolution in scientific fields like Biomedicine and Biology in a broader sense may be the relocation of the lab to the industrial park.
**Key words**: posthuman renaissance; technoscience; "digital and real"; experience; contemporary scientific practice.

## CIÊNCIA "MATRIX 2000": A FUSÃO DO DIGITAL E DO REAL NA PRÁTICA CIENTÍFICA CONTEMPORÂNEA

Estamos no limiar de uma nova Renascença? Como a renascença dos séculos quatorze e quinze, a presente encontra-se em íntima conexão com uma revolução na tecnologia da informação, embora anunciando uma era "pós-humana" na qual o ser humano torna-se inteiramente articulado com máquinas inteligentes. A fusão da realidade digital e física permeia nossa vida diária e a prática científica. A experiência da materialidade e nossas noções do real estão intimamente ligadas a tecnologias que afetam o modo como experienciamos o tempo e o espaço e usamos nossos corpos. Novos meios de comunicação baseados no computador, o desenvolvimento

*Este artigo foi exposto sob a forma de conferência. Foi mantido seu formato e foram mantidas no corpo do texto as referências ocasionalmente feitas ao material audiovisual durante a exposição.

**Programa de História e Filosofia da Ciência da Universidade de Stanford, Estados Unidos. *E-mail*: tlenoir@leland.stanford.edu

de *smart devices* e agentes que interagem conosco constantemente estão transformando nossa noção do "real", redefinindo o que entendemos por "comunidade" e, dizem alguns, o que entendemos por "nós mesmos". O resultado de tal revolução, em campos como a Biomedicina e a Biologia num sentido amplo, pode ser a transferência do laboratório para o parque industrial.
**Palavras-chave**: renascimento pós-humano; tecnociência; "digital e real"; experiência; prática científica contemporânea.

---

I am intrigued by the notion that we are on the verge of a new Renaissance, which like the Renaissance of the fourteenth and fifteenth centuries is deeply connected with a revolution in information technology. That most celebrated Renaissance is frequently heralded as connected with the birth of Humanism. I sympathize with several contemporary theorists who characterize our Renaissance as heralding a Posthuman era in which human being becomes seamlessly articulated with intelligent machines. In the posthuman, there are no demarcations between bodily existence and computer simulation, between cybernetic mechanism and biological organism.[1]

Let's face it, a minimal condition for some sort of new, "post" human condition would certainly be a fundamental shift in our notions of material reality. My intention here is to explore some of the pathways through which a so-called post-human future might come about. Experience of materiality and our notions of the real are deeply tied to technologies that affect how we experience space and time and how we use our bodies. Changes in these technologies have a profound impact on our sense of materiality and of the real. Among the pathways I will point to where changes in our experiences of space and time are being packaged—where our senses are literally being reconfigured—are products of the military-entertainment complex.

But first consider the following clips from the popular media.

These clips from a recent Intel Pentium II commercial—now already superseded by the Pentium III—and the box office smash from last spring, *The Matrix*, suggest that we are becoming immersed in a growing repertoire of computer-based media for creating, distributing and interacting with digitized versions of the world. You may think that these are media-created fantasies rather than the hard stuff needed to have an impact on material reality sufficient for ushering in something as momentous as "the posthuman." But I would urge that in numerous areas of our daily activities, we are witnessing a drive toward fusion of digital and physical reality not altogether unlike that depicted in these clips; not the replacement of the real by a hyperreal—the obliteration of a referent and its replacement by a model without origin or reality—as Baudrillard predicted, but a new playing field of ubiquitous computing in which wearable computers, independent computational agent-artifacts,

---

[1]N. Katherine Hayles, *How We Became Posthuman: Virtual Bodies in Cybernetics, Literature, and Informatics* (Chicago; University of Chicago Press, 1999), p. 2-3.

and material objects are all part of the landscape. To paraphrase William Gibson's character Case in *Neuromancer*, "data is being made flesh."[2] New computer-based media are reshaping the channels of our experience, transforming our conception of the "real," redefining what we mean by "community," and some would maintain, what we mean by our "selves."[3]

As we come to entrust more of our lives to internet communications—from our email to class-room interactions and our finances—and as we spend more time in virtual, electronic space, our notions of materiality and reality will inevitably change. But networked communications are only the first outward signs of the posthuman genesis scenario I have in mind. A transformation of the sort we are discussing will require the cooperation of many different media interacting with us constantly rather than during the sporadic occasion when we look up information or send a message. A sign that such a more persistent medialization of this sort is indeed occurring is the rapid fusion of the digital and the real taking place less obviously in personal digital assistants, our cell phones and Palm Pilots (about to become wearable servers), that accompany us throughout the day. The sign is more clearly perceptible perhaps in technologies such as web-based personal shopping assistants that learn our preferences and then crawl the web in search of software upgrades, information, and commodities that define us as consumers of information.

Current research and development efforts to embed information technologies in the world around us, in objects other than communications devices, offers another domain ripe with suggestions about this future path for the fusion of digital and real. For a generation we have been used to thinking of the computer as the symbol of the information revolution, but one way to think about our present stage within this revolution is that the computer is in fact disappearing. If developments funded by the military research agencies such as DARPA at several research universities and at

---

[2]William Gibson, *Neuromancer*, p. 91.

[3]For discussions of computer-mediated communication and computational sciences see: See Richard Mark Friedhoff and William Benzon, *The Second Computer Revolution: Visualization,* New York: W.H. Freeman, 1989. Other important discussions are in *Information Technology and the Conduct of Research: The User's View,* Report of the Panel on Information Technology and the Conduct of Research, National Academy of Sciences, 1989. B.H. McCormack, T.A. DiFanti, and M.D. Brown, *Visualization in Scientific Computing*, NSF Report, published as a special issue of *Computer Graphics*, Vol. 21 (6) (1987). An equally impressive survey is the special issue on computational physics in *Physics Today*, October, 1987. See especially the articles by Norman Zambusky, "Grappling with Complexity," ibid., p. 25-27; Karl-Heinz A. Winkler, *et al*., "A Numerical Laboratory," ibid., p. 28-37; Martin Karplus, "Molecular Dynamics Simulations of Proteins," ibid., p. 68-72. For a consideration of computer-mediated communication and computational science in relation to theory, see Timothy Lenoir and Christophe Lécuyer, "Visions of Theory: Fashioning Molecular Biology as an Information Science," in M. Norton Wise, ed., *Growing Explanations*, Princeton: Princeton University Press (in press). For computer-mediated communication and notions of the self see: Sherry Turkel, *Life on the Screen: Identity in the Age of the Internet*, New York: Simon & Shuster, 1995, especially chapter 7, p. 177-209, and Chapter 10, p. 255-270; Brian Rotman, "Going Parallel: Beside Oneself," 1996 <http://www-leland.stanford.edu/class/history204i/Rotman/Beside/top.html

organizations like Xerox PARC come to pass, that large box we are used to staring into all day will vanish. In its place will be a world filled with special purpose chips, "smart" devices, and agents that interact with us constantly. These agents and devices will not sit on our desktops, but rather will be embedded in wearable microdevices and implants, leading to a world of ubiquitous computing.

Since 1996, for instance, the DARPA Smart Modules program has been developing and demonstrating novel ways of combining sensors, microprocessors, and communications in lightweight, low-power, modular packages that offer war fighters and small fighting units new methods to enhance their situational awareness and effectively control their resources on the battlefield. Smart modules are integrated into personal and portable information products that sense, compile, analyze, display, compare, store, process, and transmit information. The resulting products create opportunities to exploit data-rich battlefield environments at the individual war fighter level. Instead of the normally limited set of information resources at the disposal of the individual war fighter (maps, compasses, hand-held global positioning systems) and limited connectivity (primarily voice radio) to information infrastructures, Smart Modules are artifacts that allow individuals to better perceive their environment (see, hear, and feel the electromagnetic spectrum), augment their ability to remember and make decisions through use of electronic devices, and provide mechanisms for connection to wireless distributed data networks. Modular information products are part of clothing, worn on the belt, or put into a pocket. These products will capitalize on current rapid developments in micro electromechanical systems, head mounted and small direct-view displays, optoelectronics, integrated sensors and video modules, energy storage, and low-power electronics.

DARPA's "smart matter" programs go beyond the wearable modular communication devices and information systems described above. Smart Matter research is based in large part on MEMS (micro electromechanical systems), very small sensors and actuators that are etched into silicon or other media using photolithography-based techniques. Integrated with computation, these sensors and actuators form a bridge between the virtual and physical worlds, enabling structures to dynamically respond to conditions in their environment. Smart materials and structures mimic the natural world where animals and plants have the clear ability to adapt to their environment in real time. Designers and promoters of these "biomimetic" technologies dream about the possibilities of such materials and structures in the man-made world, engineering structures operating at the very limit of their performance envelopes and to their structural limits without fear of exceeding either. "Smart" structures could give maintenance engineers a full report on their performance history, as well as the location of any defect as it occurs. Furthermore, that same structure could be given the ability to counteract unwanted or potentially dangerous conditions such as excessive vibration or the capacity to self-repair.

## THE FUSION OF THE DIGITAL AND THE REAL: EXAMPLES FROM BIOMEDICINE

The research developments I have sketched above seem plausible, but they are not yet everyday realities. Before turning to the role of agents such as what I am calling the military entertainment complex in reshaping our world I want to consider some examples from the biomedical sciences where a fusion of digital and real is indeed becoming an everyday experience. The first example concerns the role of modeling in science and the way it is transforming medicine to a predictive science.

## THE VIRTUAL SURGEON—COMPUTER-ASSISTED SURGERY

In the past decade computers have entered the operating room to assist physicians in realizing a dream they've pursued ever since Claude Bernard: to make medicine both experimental and predictive. The emerging field of computer-assisted surgery offers a dramatic change from the days of individual heroic surgeons. Soon surgeons will no longer boldly improvise modestly preplanned scripts, adjusting in the operating room on the peculiar case at hand. Increasingly, to perform surgery surgeons must use extensive 3D modeling tools to generate a predictive model, the basis for a simulation that will become a software surgical interface. This interface will guide the surgeon in performing the procedure.

## THE MINIMALLY INVASIVE SURGERY REVOLUTION

These developments in surgery date back to the 1970s when the first widely successful endoscopic devices appeared. First among these were arthroscopes for orthopedic surgery, available in most large hospitals by 1975, but at that point more a gimmick than a mainstream procedure. Safe surgical procedures with such scopes were limited because the surgeon had to operate while holding the scope in one hand and a single instrument in the other.

The introduction of the small medical video camera attachable to the eyepiece of the arthroscope or laparascope changed the image of endoscopy in the mind of the surgical community and turned arthroscopy, cholecystectomy—removal of the gallbladder with instruments inserted through the abdominal wall—and numerous other microsurgical procedures into common operative procedures by the early 1990s.

Surgeons in France and the US built upon this technology by developing new, specialized instruments for tissue handling, cutting, and hemostasis. Due to their benefits of small scars, less pain, and a more rapid recovery, endoscopic procedures were rapidly adopted after the late 1980s and becoming a standard method for nearly every area of surgery in the 1990s. Demand from patients has

had much to do with the rapid evolution of the technology. Equally important have been the efforts of health care organizations to control costs. In a period of deep concern about skyrocketing healthcare costs, any procedure that improved surgical outcomes and reduced hospital stays interested medical instrument makers. Encouraged by the success of the new videoendoscopic devices, medical instrument companies in the early 1990s foresaw a new field of minimally invasive diagnostic and surgical tools. Surgery was about to enter a technology-intense era that offered immense opportunities to companies teaming surgeons and engineers to apply the latest developments in robotics, imaging, and sensing to the field of minimally invasive surgery. While pathbreaking developments had occurred, the instruments available for such surgeries allowed only a limited number of the complex functions demanded by the surgeon. Surgeons needed better visualization, finer manipulators, and new types of remote sensors, and they needed these tools integrated into a complete system.

## TELEPRESENCE SURGERY

A new vision emerged, heavily nurtured by funds from the Advanced Research Projects Agency (ARPA), the NIH, and NASA, and developed through contracts made by these agencies to laboratories such as Stanford Research Institute (SRI), Johns Hopkins Institute for Information Enhanced Medicine, University of North Carolina Computer Science Department, the University of Washington Human Interface Technology Laboratory, the Mayo Clinic, and the MIT Artificial Intelligence Laboratory. The vision promoted by Dr. Richard Satava, who spearheaded the ARPA program, was to develop “telepresence” workstations that would allow surgeons to perform telerobotically complex surgical procedures that demand great dexterity. These workstations would recreate and magnify all of the motor, visual, and sensory sensations of the surgeon as if he were he actually inside the patient. The aim of the programs sponsored by these agencies was eventually to enable surgeons to perform surgeries, such as certain complex brain surgeries or heart operations not even possible in the early 1990s, improve the speed and surety of existing procedures, and reduce the number of people in the surgical team. Central to this program was telepresence-telerobotics, allowing an operator the complex sensory feedback and motor control he would have if he were actually at the work site, carrying out the operation with his own hands. The goal of telepresence was to project full motor and sensory capabilities—visual, tactile, force, auditory—into even microscopic environments to perform operations that demand fine dexterity and hand-eye coordination.

Philip Green led a team at SRI that assembled the first working model of a telepresence surgery system in 1991, and with funding from the NIH Green went on to design and build a demonstration system. The proposal contained the diagram

shown in Fig. 1,[4] showing the concept of workstation, viewing arrangement, and manipulation configuration used in the surgical telepresence systems today. In1992 SRI obtained funding for a second-generation telepresence system for emergency surgeries in battlefield situations. For this second-generation system the SRI team developed the precise servo-mechanics, force-feedback, 3-D visualization and surgical instruments needed to build a computer-driven system that could accurately reproduce a surgeon's hand motions with remote surgical instruments having 5-degrees of freedom and extremely sensitive tactile response.

In late 1995 SRI licensed this technology to Intuitive Surgical, Inc. of Mountain View, CA. Intuitive Surgical furthered the work begun at SRI by improving on the precise control of the surgical instruments, adding a new invention, EndoWrist™, patented by company cofounder Frederic Moll, which added two degrees of freedom to the SRI device—inner pitch and inner yaw(Inner pitch is the motion a wrist performs to knock on a door; inner yaw is the side-to-side movement used in wiping a table)—allowing the system to better mimic a surgeon's actions; it gives the robot ability to reach around, beyond and behind delicate body structures, delivering these angles right at the surgical site. Through licenses of IBM patents, Intuitive also improved the 3-D video imaging, navigation and registration of the video image to the spatial frame in which the robot operates. The system employs 250 megaflops of parallel processing power.

A further crucial improvement to the system was brought by Kenneth Salisbury from the MIT Artificial Intelligence Laboratory who imported ideas from the force-reflecting haptic feedback system he and Thomas Massie invented as the basis of their PHANToM™[5] system, a device invented in 1993 permitting touch interactions between human users and remote virtual and physical environments. The PHANTOM™ is a desktop device which provides a force-reflecting interface between a human user and a computer. Users connect to the mechanism by simply inserting their index finger into a thimble. The PHANTOM™ tracks the motion of the user's finger tip and can actively exert an external force on the finger, creating compelling illusions of interaction with solid physical objects. A stylus can be substituted for the thimble and users can feel the tip of the stylus touch virtual surfaces. The haptic interface allows the system to go beyond previous instruments for minimally invasive surgery (MIS). These instruments preclude a sense of touch or feeling for the surgeon; the PHANToM™ haptic interface, by contrast, gives an additional element of immersion. When the arm encounters resistance inside the patient, that resistance is transmitted back to the console, where the surgeon can feel it. When the thimble hits a position corresponding to the surface of a virtual object in the computer, three motors generate forces on the thimble that imitate the feel of the object. The PHANToM™ can duplicate

---

[4]Insert diagram from *Time Magazine*, Special Issue, Fall, 1996.

[5]Insert image of PHANToM™ from SensAble Technologies.

all sorts of textures, including coarse, slippery, spongy, or even sticky surfaces. It also reproduces friction. And if two PHANToM™s are put together a user can 'grab' a virtual object with thumb and forefinger. Given advanced haptic and visual feedback, the system greatly facilitates dissecting, cutting, suturing and other surgical procedures, even those on very small structures, by giving the doctor inches to move in order to cut millimeters. Furthermore, it can be programmed to compensate for error and natural hand tremors that would otherwise negatively affect MIS technique.

The surgical manipulator made its first public debut in actual surgery in May of 1998. From May through December 1998 Professor Alain Carpentier and Dr. Didier Loulmet of the Broussais Hospital in Paris performed six open heart surgeries using the Intuitive™ system.[6] In June of 1998 the same team performed the world's first closed-chest video-endoscopic coronary bypass surgery completely through small (1-cm) ports in the chest wall. Since that time more than 250 heart surgeries and 150 completely video-endoscopic surgeries have been performed with the system. The system was given approval to be sold throughout the European Community in January of 1999.

## MEDICAL AVATARS

Such examples demonstrate that computational modeling has added an entirely new dimension to surgery. For the first time the surgeon is able to plan and simulate a surgery based on a mathematical model that reflects the actual anatomy and physiology of the individual patient. Moreover, the model need not stay outside the operating room. Several groups of researchers have used these models to develop "augmented reality" systems that produce a precise, scaleable registration of the model on the patient so that a fusion of the model and the 3D stereo camera images is made. This procedure has been carried out successfully in removing brain tumors and in a number of prostatectomies in the Mayo Clinic's Virtual Reality Assisted Surgery Program (VRASP) headed by Richard Robb.[7]

In addition to improving the performance of surgeons by putting predictive modeling and mathematically precise planning at their disposal, computers are playing a major role in improving surgical outcomes by providing surgeons opportunities to train and rehearse important procedures before they go into the operating theater. By 1995 modeling and planning systems began to be implemented in both surgical training simulators and in real time surgeries. One of the first systems to incorporate all these features in a surgical simulator was developed for eye surgery by MIT robotics scientist Ian Hunter. Hunter's microsurgical robot (MSR) system incorporated features

[6]Insert images of Intuitive Surgical DaVinci System and Dr. Carpentier surgery.

[7]Insert picture of data fusion from VRASP.

described above such as data acquisition by CT and MRI scanning, use of finite element modeling of the planned surgical procedure, a force-reflecting haptic feedback system which enables the perception of tissue cutting forces, including those that would normally be imperceptible to the surgeon if they were transmitted directly to his hands.

A distinctive feature of Hunter's MSR is its immersive virtual environment which fuses video, touch, and sound into a virtual reality experience.[8] The haptic environment in Hunter's system is fused with 3D stereo camera images fed to a head-mounted display. As if in a flight simulator the surgeon can rehearse his procedure on the model of the individual patient he has constructed. In addition, the model can be used as a training site for student surgeons, co-present during a practice surgery, sharing the same video screen and feeling the same surgical moves as the master surgeon.[9] But such systems can also be deployed in a collaborative telesurgery system, allowing different specialists to be faded in to "take the controls" during different parts of the procedure. Indeed, a "collaborative clinic" incorporating these features was demonstrated at NASA-Ames on May 5, 1999 with participants at five different sites around the US.

## BIOLOGY IN SILICO

Two different styles of work have characterized the field of molecular biology since the late 1960s. The biophysical approach has sought to predict the function of a molecule from its structure. The biochemical approach, on the other hand, has been concerned with predicting phenotype from biochemical function. If there has been a unifying framework for the field, at least from its early days up through the 1980s, it was provided by the "central dogma" emerging from the work of Watson, Crick, Monod, and Jacob in the late 1960s, schematized as follows:

DNA □ RNA □ Protein □□□□ Function

In terms of the "central dogma" the measure of success in the enterprise of making biology predictive would be—and has been since the days of Claude Bernard—rational medicine. If one had a complete grasp of all the levels from DNA to behavioral function including the processes of translation at each level, then one could target specific proteins or biochemical processes that may be malfunctioning and design drugs specifically to repair these disorders. For molecular biologists with high theory ambitions the preferred path toward achieving

---

[8] Insert image of Ian Hunter's microsurgical robot system. (from *Presence*, vol. 2, and MIT Robotics website).

[9] Insert figure from Hunter, et al. *Presence*, vol 2, showing "fade in" of student surgeons.

this goal has been based on the notion that the function of a molecule is determined by its three-dimensional folding and that the structure of proteins is uniquely contained in the linear sequence of their amino acids.[10] But determination of protein structure and function is only part of the problem confronting a theoretical biology. A fully-fledged theoretical biology would want to be able to determine the biochemical function of the protein structure as well as its expected behavioral contribution within the organism. Thus biochemists have resisted the road of high theory and have pursued a solidly experimental approach aimed at eliciting common models of biochemical function across a range of mid-level biological structures from proteins and enzymes through cells. Their approach has been to identify a gene by some direct experimental procedure—determined by some property of its product or otherwise related to its phenotype—to clone it, to sequence, it, to make its product and to continue to work experimentally so as to seek an understanding of its function. This model, as Walter Gilbert has observed, was suited to "small science," experimental science conducted in a single lab.[11]

The emergence of organizations like the Brookhaven Protein Data Bank in 1971, GenBank in 1982, and BIONET in 1984, and the massive amount of sequencing data that began to become available in university and company databases, and more recently publicly through the Human Genome Initiative, have complicated this picture immensely through an unprecedented influx of new data. In the process a paradigm shift has occurred in both the intellectual and institutional structures of biology. According to some of the central players in this transformation, at the core is biology's switch from having been an observational science, limited primarily by the ability to make observations, to being a data-bound science limited by its practitioner's ability to understand large amounts of information derived from observations. To understand the data the tools of information science have not only become necessary handmaidens to theory: they have also fundamentally changed the picture of biological theory itself. A new picture of theory radically different from even the biophysicists' model of theory has come into view. Disciplinarily, biology has become an information science. Institutionally it is becoming "big science." Gilbert characterizes the situation sharply:

To use this flood of knowledge, which will pour across the computer networks of the world, biologists not only must become computer-literate, but also change their approach to the problem of understanding life.

---

[10]See Christian B. Anfinsen, "Principles that Govern the Folding of Protein Chains." *Science* (1973). 181(Number 4096): 223-230 discusses the work for which he was awarded the Nobel Prize for Chemistry in 1972: "This hypothesis (the "thermodynamic hypothesis") states that the three-dimensional structure of a native protein in its normal physiological milieu…is the one in which the Gibbs free energy of the whole system is lowest; that is, that the totality of interatomic interactions and hence by the amino acid sequence, in a given environment." (p. 223)

[11]Walter Gilbert, "Towards a Paradigm Shift in Biology," *Nature*, 349 (1991), p. 99.

The next tenfold increase in the amount of information in the databases will divide the world into haves and have-nots, unless each of us connects to that information and learns how to sift through it for the parts we need.[12]

The new data-bound biology Gilbert hints at in this scenario is genomics, the theoretical component of which might be termed "computational biology," while its instrumental and experimental component might be considered as "bioinformatics." The fundamental dogma of this new biology, as characterized by Douglas Brutlag, reformulates the central dogma of Jacob-Monod in terms of "information flow":[13]

Genetic information → Molecular structure → Biochemical function → Biologic behavior

Walter Gilbert described the newly forming genomic view of biology in 1991:

> The new paradigm now emerging is that all the "genes" will be known (in the sense of being resident in databases available electronically), and that the starting point of a biological investigation will be theoretical. An individual scientist will begin with a theoretical conjecture, only then turning to experiment to follow or test that hypothesis. The actual biology will continue to be done as "small science"—depending on individual insight and inspiration to produce new knowledge—but the reagents that the scientist uses will include a knowledge of the primary sequence of the organism, together with a list of all previous deductions from that sequence.[14]
> Genomics, computational biology, and bioinformatics restructure the playing field of biology bringing a substantially modified toolkit to the repertoire of molecular biology skills developed in the 1970s. Along with the biochemistry components new skills are now required, including machine learning, robotics, databases, statistics and probability, artificial intelligence, information theory, algorithms, and graph theory.[15]

Proclamations of the sort made by Gilbert and other promoters of genomics may seem like hyperbole. But the Human Genome Initiative and the information technology that enables it has changed molecular biology in fundamental ways, and indeed, may suggest similar changes in store for other domains of science. The online DNA and protein databases I have described have not just been repositories of

---

[12]Ibid.

[13]Douglas L. Brutlag, "Understanding the Human Genome," in P. Leder, D.A. Clayton, and E. Rubenstein, eds., *Scientific American: Introduction to Molecular Medicine*, New York; Scientific American, Inc., 1994, p. 153-168.

[14]Walter Gilbert, "Towards a Paradigm Shift in Biology," *Nature*, 349 (1991), p. 99.

[15]These are the disciplines graduate students and postdocs in molecular biology in Brutlag's lab at Stanford are expected to work with. Source: Douglas Brutlag, "Department Review: Bioinformatics Group, Department of Biochemistry, Stanford University,1998," personal communication.

information for insertion into the routine work of molecular biology, and the software programs used to interact with this data are more than retrieval aids for transporting that information back to the lab. We need to attend in more detail to some of the ways this software has been used to address the problems of molecular biology in order to gain a sense of the changes taking place.

A dramatic illustration of how sequence alignment tools can be brought to bear on determining function and structure is provided by the case of cystic fibrosis. Cystic fibrosis is caused by aberrant regulation of chloride transport across epithelial cells in the pulmonary tree, the intestine, the exocrine pancreas, and apocrine sweat glands. This disorder was identified as due to defects in the cystic fibrosis transmembrane conductance regulator protein (CFTR). The CFTR gene was isolated in 1989, and subsequently identified as producing a chloride channel whose activity depends on phosphorylation of particular residues within the regulatory region of the protein. Using computer-based sequence alignment tools of the sort described above, it was established that a consensus sequence for nucleotide binding folds that bind ATP are present near the regulatory region and that 70 percent of cystic fibrosis mutations are accounted for by a 3 base-pair deletion that removes a phenylalanine residue within the first nucleotide binding position. A significant portion of the remainder of cystic fibrosis mutations affect a second nucleotide-binding domain near the regulatory region.[16]

In working out the folds and binding domains for the CFTR protein Hyde, Emsley, Hartshorn, et al. (1990) used sequence alignment methods similar to those available in early models of the IntelliGenetics software suite.[17] In 1992 IntelliGenetics introduced BLAZE, an even more rapid search program running on a massively parallel computer. As an example of how computational genomics can be used to solve structure-function problems in molecular biology, Brutlag repeated the CFTR case using BLAZE.[18] A sequence similarity search compared the CFTR protein to more

---

[16]S. C. Hyde, P. Emsley, *et al*. (1990). "Structural Model of ATP-binding Proteins Associated with Cystic fibrosis, Multidrug Resistance and Bacterial Transport." *Nature* 346: 362-365; B.S. Kerem, J. M. Rommens, et al. "Identification of the Cystic Fibrosis Gene: Genetic Analysis," *Science* 245(1989): 1073-1080; B. S. Kerem, J. Zielenski, et al. "Identification of Mutations in Regions Corresponding to the Two Putative Nucleotide (ATP)-Binding Folds of the Cystic Fibrosis Gene," *Proceedings of the National Academy of Sciences* 87(1990): 8447-8451; J. R. Riordan, J. M. Rommens, *et al*., "Identification of the Cystic Fibrosis Gene: Cloning and Characterization of Complementary RNA," *Science* 245(1989): 1066-1073.

[17]Hyde, Emsley, *et al*. used the Chou-Fasman algorithm (1973)for identifying consensus sequences and the Quantatm modeling package produced by Polygen Corp., Waltham, Mass. for modeling the protein and its binding sites. See, S. C. Hyde, P. Emsley, *et al*. (1990). "Structural Model of ATP-binding Proteins Associated with Cystic fibrosis, Multidrug Resistance and Bacterial Transport." *Nature* 346: 362-365.

[18]D. Brutlag, "Understanding the Human Genome" *Scientific American Introduction to Molecular Medicine*. P. Leder, D. A. Clayton and E. Rubenstein, Eds. New York, NY, Scientific American, Inc., 1994: p. 164-166.

than 26,000 proteins in a protein database of more than 9 million residues, resulting in a list of 27 top similar proteins, all of which strongly suggested the CFTR protein is a membrane protein involved in secretion. Another feature of the comparison result was that significant homologies were shown with ATP-binding transport proteins, further strengthening the identification of CFTR as a membrane protein. The search algorithm identified two consensus sequence motifs in the protein sequence of the cystic fibrosis gene product that corresponded to the two sites on the protein involved in binding nucleotides. The search also turned up distant homologies between the CFTR protein and proteins of *E. coli* and yeast. The entire search took three hours. Such examples offer convincing evidence that tools of computational molecular biology can lead to the understanding of protein function.

The methods for analyzing sequence data discussed above were just the beginnings of an explosion of database mining tools for genomics that is continuing to take place.[19] In the process biology is becoming even more aptly characterized as an information science.[20] Advances in the field have led to large-scale automation of sequencing in genome centers employing robots. The success this large-scale sequencing of genes has enjoyed has in turn spawned a similar approach to applying automation to sequencing proteins, a new area complementary to genomics called proteomics. Similar in concept to genomics, which seeks to identify all genes,

---

[19]See for instance the National Institute of General Medical Science, "(NIGMS), Protein Structure Initiative Meeting Summary," April 24, 1998, at: http://www.nih.gov/nigms/news/reports/protein_structure.html

[20]I have focused on the development of software in this discussion. But a further crucial stimulation to the takeoff of bioinformatics, of course, are hardware and networking developments. The growth of databases and complexity of the searches that were to be undertaken stimulated the demand for faster algorithms, more powerful computer systems, and network bandwidth. At the beginning of this "bioinformatics revolution" in the 1970s, for example, a search on a DNA sequence of typical size would be performed by a computer capable of performing one million instructions per second (one MIP) and would take approximately 15 minutes. Throughout the late 1970s and 1980s mini-computers and personal computer workstations continued to increase in power at about the same rate as the growth of the databases, so that a typical search still took around 15 minutes. By the end of the 1980s, however, the growth in sequence data—now hundreds of megabytes in size—had overtaken the ability of computers to search it with acceptable turnaround time. Shortcut search methods and more efficient code helped, but the most rigorous and sensitive searches began to require hours of computing time to align and score even a single query sequence against a database of sequences. The NIH and NSF responded to the challenge by supporting research and development of new computer architectures, regional supercomputer centers and several large-scale computing initiatives. (see Thomas P. Hughes, et al., ed., *Funding a Revolution: Government Support for Computing Research*, Washington, D.C., National Academy Press, 1999.) Commercial vendors such as DEC, SUN Microsystems, Cray Computers, and MasPar Computer Corporation tried to meet the large-scale computing needs of geneticists with, for example, massively parallel computers, such as the MasPar MP-1 computer. In early 1992, the MasPar MP-1104 with 4,096 processors could search the entire Swiss-Protein database in 30 seconds with a query of 100 amino acids, and a query of 1000 amino acids could be executed on the GenBank database (74,000 sequences) in 15 minutes. (see IntelliGenetics, Inc., and MasPar Computer corporation, "BLAZE: A Massively Parallel Sequence Similarity Search Program for Molecular Biologists," Product Information Bulletin, May 1992.)

proteomics aims to develop techniques that can rapidly identify the type, amount and activities of the thousands of proteins in a cell. Indeed, new biotechnology companies have started marketing technologies and services for mining protein information en masse. Oxford Glycosciences (OGS) in Abingdon, England, has automated the laborious technique of two-dimensional gel electrophoresis.[21] In the OGS process, an electric current applied to a sample on a polymer gel separates the proteins, first by their unique electric charge characteristics and then by size. A dye attaches to each separated protein arrayed across the gel. Then a digital imaging device automatically detects protein levels by how much the dye fluoresces. Each of the 5,000 to 6,000 proteins that may be assayed in a sample in the course of a few days is channeled through a mass spectrometer that determines its amino acid sequence. The identity of the protein can be determined by comparing the amino acid sequence with information contained in numerous gene and protein databases. One imaged array of proteins can be contrasted with another to find proteins specific to a disease.

In order to keep pace with this flood of data emerging from automated sequencing, genome researchers have in turn looked increasingly to artificial intelligence, machine learning, and even robotics in developing automated methods for discovering patterns and protein motifs from sequence data. The power of these methods is their ability both to represent structural features rather than strictly evolutionary steps and to discover motifs from sequences automatically. The methods developed in the field of machine learning have been used to extract conserved residues, discover pairs of correlated residues, and find higher order relationships between residues as well. Techniques from the field of machine learning have included perceptrons, discriminant analysis, neural networks, Bayesian networks, hidden Markov models, minimal length encoding, and context-free grammars.[22] Important methods for evaluating and validating novel protein motifs have also derived from the machine learning area.

Many molecular biologists who welcomed the Human Genome Initiative with open arms undoubtedly believed that when the genome was sequenced everyone would return to the lab to conduct their experiments in a business-as-usual fashion, empowered with a richer set of fundamental data. The developments in automation, the resulting explosion of data, and the introduction of tools of information science to master this data have changed the playing field forever: there may be no "lab" to return to. In its place is a workstation hooked to a massively parallel computer, producing simulations by drawing on the data streams of the major databanks and carrying out "experiments" *in silico* rather than *in vitro*. The result of biology's metamorphosis into an information science just may be the relocation of the lab to the industrial park and the dustbin of history.

---

[21]See the discussion of this technology at the NIGMS site listed in note 81 as well as at the site of Oxford Glycosciences: http://www.ogs.com/proteome/home.html

[22]See especially the papers in L. Hunter, ed., *Artificial Intelligence and Molecular Biology*, Menlo Park, CA, AAAI Press, 1993.

## BIBLIOGRAPHICAL REFERENCES


ANFINSEN, C.B. Principles that Govern the Folding of Protein Chains. *Science,* v. 181, n. 4096, p. 223-230, 1973.

BRUTLAG, D.L. Understanding the Human Genome. In LEDER, P., CLAYTON, D.A. & RUBENSTEIN, E. (eds.). *Scientific American: Introduction to Molecular Medicine*. New York: Scientific American, 1994.

FRIEDHOFF, R.M. & BENZON, W. *The Second Computer Revolution: Visualization.* W.H.: Freeman, 1989.

GIBSON, William. *Neuromancer*. New York: Ace Books, 1984.

GILBERT, W. Towards a Paradigm Shift in Biology. *Nature*, n. 349, p. 99, 1991.

HAYLES, N.K. *How We Became Posthuman: Virtual Bodies in Cybernetics, Literature, and Informatics*. University of Chicago Press, 1999.

HUGHES, T.P. *et al.* (ed.) *Funding a Revolution: Government Support for Computing Research*. Washington, D.C.: National Academy Press, 1999.

HUNTER, L. (ed.) *Artificial Intelligence and Molecular Biology*. Menlo Park, California: AAAI Press, 1993.

HYDE, S.C.; EMSLEY, P. *et al*. Structural Model of ATP-binding Proteins Associated with Cystic fibrosis, Multidrug Resistance and Bacterial Transport. *Nature,* n. 346, p. 362-365, 1990.

INTELLIGENETICS, INC., and MasPar COMPUTER CORPORATION. BLAZE: A Massively Parallel Sequence Similarity Search Program for Molecular Biologists. Product Information Bulletin, May 1992.

KARPLUS, M. Molecular Dynamics Simulations of Proteins. *Physics Today*, p. 68-72, October 1987.

KEREM, B.S.; ROMMENS, J.M. *et al*. Identification of the Cystic Fibrosis Gene: Genetic Analysis. *Science,* n. 245, p. 1073-1080, 1989.

KEREM, B.S.; ZIELENSKI, J.*et al*. Identification of Mutations in Regions Corresponding to the Two Putative Nucleotide (ATP)-Binding Folds of the Cystic Fibrosis Gene. *Proceedings of the National Academy of Sciences,* n. 87, p. 8447-8451, 1990.

LENOIR, T. & LÉCUYER, C. Visions of Theory: Fashioning Molecular Biology as an Information Science. In NORTON WISE, M. (ed.). *Growing Explanations*. Princeton: Princeton University Press (in press).

McCORMACK, B.H.; T.A. DiFANTI, T. A. & BROWN, M.D. *Visualization in Scientific Computing*. NSF Report – Special issue of *Computer Graphics*, v. 21, n. 6, 1987.

NATIONAL INSTITUTE OF GENERAL MEDICAL SCIENCE. *Protein Structure Initiative Meeting Summary*. April 24, 1998, at: http://www.nih.gov/nigms/news/reports/protein_structure.html

REPORT OF THE PANEL ON INFORMATION TECHNOLOGY AND THE CONDUCT OF RESEARCH. *Information Technology and the Conduct of Research: The User's View.* National Academy of Sciences, 1989.

RIORDAN, J.R.; ROMMENS, J.M. *et al.* Identification of the Cystic Fibrosis Gene: Cloning and Characterization of Complementary RNA. *Science,* n. 245, p. 1066-1073, 1989.

ROTMAN, Brian. *Going parallel: beside oneself.* http://www.leland.stanford.edu/class/history204i/Rotman/Beside/top.html – 1996.

TURKEL, S. Life on the Screen: Identity in the Age of the Internet. New York: Simon & Shuster, 1995.

WINKLER, Karl-Heinz A. *et al.* A Numerical Laboratory. *Physics Today*, p. 28-37, October 1987.

ZAMBUSKY N. Grappling with Complexity. *Physics Today,* p. 25-27, October 1987.

# WHERE ARE WE? SOME CLOSING THOUGHTS ON THE HISTORY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY AT THE END OF THE MILLENNIUM*

*Vassiliki Betty Smocovitis***

## ABSTRACT

This paper attempts to examine the history and philosophy of science and technology as it enters the new millennium by playing on themes that were addressed in a 1959 lecture by Ernst Mayr, titled "Where Are We? After exploring the relationship between history and science, it charts some of the major trends in the historiography of science by following the issues of importance to subsequent generations of historians of science. It culminates with the "science wars" of the 1990's and suggests that the wars were an attempt by the humanities to resist a science and technology that leads to what Timothy Lenoir has described as a post-human condition; a condition that makes the humanities obsolete. A critique of this post-human condition is offered and a series of questions are offered as relevant for historians and philosophers of science as they encounter the science and technology of the new millennium.
**Key words**: historiography of science; "two cultures"; "science wars"; post-human condition; humanities.

## ONDE ESTAMOS? ALGUMAS REFLEXÕES DE ENCERRAMENTO SOBRE A HISTÓRIA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA NO FINAL DO MILÊNIO

Este artigo procura examinar a história e a filosofia da ciência, bem como a da tecnologia na entrada de um novo milênio, utilizando temas que foram discutidos por Ernst Mayr em sua conferência de 1959 intitulada "Where are we ?". Após refletir sobre as relações entre a história e a ciência, o artigo mapeia algumas das grandes tendências na historiografia da ciência ao seguir os temas considerados importantes por gerações sucessivas de historiadores da ciência. A análise culmina com as chamadas "guerras da ciência" ("science wars") dos anos 90 e sugere que tais guerras representaram uma tentativa das humanidades em resistir a uma ciência e tecnologia que conduz ao que Timothy Lenoir descreve como condição pós-humana, uma condição que torna as humanidades em algo obsoleto. Uma crítica a

*Paper presented at A História da Ciência no Fim do Milênio (The History of Science at the End of the Millennium) – Federal University Rio Grande do Sul.

**Depto. de História, Universidade da Flórida, Estados Unidos. *E-mail:* bsmocovi@history.ufl.edu

esta condição pós-humana é apresentada e uma série de questões são sugeridas como relevantes para historiadores e filósofos da ciência, na medida em que eles se defrontem com a ciência e a tecnologia do novo milênio.
**Palavras-chave**: historiografia da ciência; "duas culturas"; "guerras da ciência"; condição pós-humana; humanidades.

## WHERE ARE WE? CLOSING THOUGHTS ON THE HISTORY OF SCIENCE AT THE END OF THE MILLENNIUM

*Such an emphasis on history may be a wholesome counterweight to the exceedingly unhistorical attitude of the current age.*

Ernst Mayr, " Where Are We?", 1959.

*Humankind is either on its way to the stars or hurtling out of a high-rise window to the street mumbling, "So far, so good."*

Edward Tenner, Why Things Bite Back. Technology and the Revenge of Unintended Consequences, 1996.

Exactly forty years ago the evolutionary biologist Ernst Mayr delivered a historic address as the inaugural lecture at Cold Spring Harbor on the occasion of the 100th anniversary of the publication of Darwin's On the Origin of Species. Entitled "Where are we?" the address assessed the state of evolutionary biology as it had recently emerged from the evolutionary synthesis and as it faced the next one hundred years of its existence. The address was soon published and became one of the most well-known essays that Mayr has written, a classic widely cited by historians as marking Ernst Mayr's debut as a serious historian of science.[1] The title of this presentation plays on some of the themes introduced by Mayr the scientist and Mayr the historian forty years ago.

The year 1999 marks at least one other important anniversary: the 75th year of the History of Science Society, a society founded by George Sarton to support the scholarly and professional historical study of science. A special issue of Isis, the journal of the History of Science Society (HSS), was published just this month, and commemorates the founding of the society and the journal with retrospective essays, photographs, and other memorabilia.[2] What exactly does our field look like at 75

[1]Ernst Mayr, "Where Are We?" *Cold Spring Harbor Symposium on Quantitative Biology*, 24 (1959): 409-440. Revised edition of paper published in Ernst Mayr, "Where Are We?" in *Evolution and the Diversity of Life. Selected Essays*, Cambridge, MA: The Belknap Press of Harvard University Press, p. 307-328.

[2]See Margaret Rossiter, ed. *Catching Up with the Vision. A Supplement to Isis*. Volume 90, 1999. See especially the essay by Michael M. Sokal, "The History of Science Society, 1970-1999: From Subscription Agency to Professional Society," p. S135-S181.

years? Where has it come from and where is it going? As we enter the new millennium, it seems appropriate to reflect on what we have done and where we are going as historians of science.

## TWO WORLDS: HISTORY AND SCIENCE

To begin with, the meaning of the term "history of science" seems to defy any clear definition. The set of meanings given to the word "science" in methodology and subject matter alone is manifold, as has the set of meanings given to the word "history." The conjunction of the two as in "history of science" leads to an even greater possibility of meanings. Adding more difficulties is the fact that terms "history" and "science" usually represent two of the polar ends of C. P. Snow's much hackneyed, but occasionally useful distinction between the sciences and the humanities, which is also known as the "two cultures" (assuming we reject the notion of history as a social science).[3] History, by definition deals with the past, while science—a transhistorical, progressive enterprise (if we believe the standard scientific viewpoint)—looks to the future; history is a humanistic, literary enterprise largely relying on subjective standards (if we ignore again the move to make it a social science) while science is frequently non-human (or as Timothy Lenoir and others have recently suggested a post-human activity):[4] quantitative, rigorous and relying on objective modes of analysis. In their domains of inquiry, history is preoccupied with nurture and culture, while science is usually preoccupied with nature.[5]

Even the physical location of most science departments is separated from and frequently located at the opposite ends of university campuses. Language, social conventions, training practices, and even something as trivial as dress style differ between the two areas. Even the way that work is presented separates historians from scientists: historians write enormous scholarly books, demonstrating their verbal acumen, and rely heavily on discursive footnotes at the bottom of each page, while scientists write succinct formulaic articles often with tables, graphs and illustrations, usually devoid of "too many words" with works cited or references tacked on at the end of the article. At conferences and professional meetings, historians always read

[3]C. P. Snow, *The Two Cultures and the Scientific Revolution*. Cambridge: Cambridge University Press, 1962. This small book was based on the Rede Lecture of 1959.

[4]Timothy Lenoir, "Science in the Matrix 2000," paper delivered at the History of Science at the End of the Millennium Symposium in Porto Alegre, Brazil. See also Andrew Pickering, *The Mangle of Practice. Time, Agency, and Science*. Chicago, University of Chicago Press, 1995; and see Donna J. Haraway. *Simians, Cyborgs, and Women: The Reinvention of Nature*. New York: Routledge Press, 1991.

[5]Jan Golinski makes some similar observations in exploring the "yoking together of the words 'history' and 'science.'" Jan Golinski, *Making Natural Knowledge. Constructivism and the History of Science*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. Quotation on p.1.

their scholarly papers: it usually a sign of ill-preparedness to give a talk that appears to be "off the cuff," while scientists never read their scholarly papers: relying on a text rather than one's own walking-talking knowledge, is a sign of weakness or failure to remember what one has "discovered". Students in one area find it difficult to move into the other without advanced and substantive re-training; and academic positions with standards of publication and for teaching accommodating both history and science are well-nigh non-existent. Coming up for tenure in the United States, or competing for grants and positions as a historian of science is frequently a confusing process that all too often has negative results.

Many of these distinctions were, of course, noted by Snow. His analysis of the two cultures actually included both intellectual differences in subject matter and cognitive style and in the kind of cultural differences familiar to anthropologists. For Snow, this widening rift was perilous for practical and political reasons, especially in the context of the cold war that defined his epoch. His well-known essay was intended to be a clarion call for educational reforms before humanity ran out of time. But even an alarmist like Snow, could not anticipate how wide the rift would become by the end of the century, nor ironically enough, that it would coincide with the end of the cold war. By the late 1980s, intellectuals making science their object of study generated a view of history and science that appeared fundamentally at odds with each other, if not downright incommensurable. As historians aligned themselves with the humanities, and as phrases like "blurred genres" began to describe the cultural or literary turn they were taking, they began to recognize a situational, embodied view of local knowledge and questioned the very notion of historical "objectivity".[6] Terms like "discourse" and "culture" became part of the common vocabulary of historians as did terms like "context" and "disunity". Undergoing a multicultural fracturation, historians—and many identified with post-modernist movements of varied ilks—thus rejected the view of universal transcendent knowledge, and abandoned the possibility of value-neutral claims to knowledge.[7] For these historians, science, with its universalizing, unifying, transcendent claims to value- neutrality, represented precisely the kind of practice that they were keen to subvert. Small wonder then, that many historians of science sympathetic to the literary turn and sympathetic to science, felt schizophrenic as they moved from their historical to their scientific worlds; both worlds were growing farther apart.

[6]See Clifford Geertz, *Local Knowledge. Further Essays in Interpretive Anthropology*. New York: Basic Books, 1983; and see Clifford Geertz, *The Interpretation of Cultures. Selected Essays*. New York: Basic Books, 1973; and see Richard Rorty, *Philosophy and the Mirror of Nature*. Princeton: Princeton University Press, 1979. See also Peter Novick, *That Noble Dream*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.

[7]See for instance, Lynn Hunt, ed., *The New Cultural History*. Berkeley: Berkeley University Press, 1989.

The divisions in history of science were not always so clearly demarcated. The first generation of historians of science were practicing scientists who reflected on the history of their disciplines often later in their careers, well after their research programs had been established.[8] Their historiography reflected their epistemic commitments to their science. Writing their histories, they at times simultaneously rewrote their science, and raising their predecessors to the mythical status of founding fathers—geniuses among the ordinary folk—they served to reify their own identities as truth-seekers. For them history would serve the interests of science; it would be the handmaiden of science.

In the history of biology Ernst Mayr—the "Darwin of the Twentieth Century"—as he was called in a New York Times article[9] — reflects this first generation of historians of science who rewrote the history of science in their image. No confusion for them: science was cumulative progressive truth-seeking activity and history was the non- introspective neutral account of that righteous path towards the truth. Mayr and his generation felt comfortable in their historiography. It took Mayr until 1982 to lay it down for the next generation of historians and philosophers of biology with the completion of his magnum opus, The Growth of Biological Thought in 1982.[10] So much of Mayr's scientific beliefs made their way in this historical and philosophical account, that it became the perfect example of a historical document serving simultaneously as both a primary and a secondary historical source. It demonstrated beautifully the interplay between the historical writing of the science, its philosophical structure, and the content of science.

Ironically, just as Mayr, the biologist made his debut as a historian, Thomas Kuhn, a physicist was making his historical debut with the appearance of his The Structure of Scientific Revolutions;[11] the linkage between history of science was to begin to unravel with this book. For Kuhn, a physicist, history of physics was to play an important role in understanding the tempo and mode of scientific change. As he stated in the famous opening to what would become a revolutionary book "History, if viewed as a repository for more than anecdote or chronology, could produce a decisive transformation in the image of science by which we are now possessed."[12] Kuhn

[8]If we dug even deeper into the history of our field, or more correctly, the prehistory of our field, we might trace our origins to natural philosophers like August Comte and William Whewell who began the narrative of western science as they extended the Enlightenment project.

[9]Carol Kaesuk Yoon, "Long Evolution of 'Darwin of 20th Century'", *New York Times*, Tuesday (April 15, 1997).

[10]Ernst Mayr, *The Growth of Biological Thought*. Cambridge: Cambridge University Press, 1982.

[11]Thomas Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*. 2nd edition. Chicago: University of Chicago Press, 1970. First published 1962.

[12]Kuhn, page 1.

took his own advice and looked to the history of his science. Wearing the eyeglasses of the gestalt school of psychologists popular in his day, Kuhn saw incommensurability between paradigmatic worlds, very much like the imagery in gestalt psychology; depending on the observer one could see a duck or a rabbit in the same picture. Without intending it, Kuhn's observations of the tempo and mode of scientific change, drew attention to the community of belief and practices, eventually opening the door to the sociology of science and "external" or social influences began to determine the "internal" components of the science. Putting history and science together after Kuhn, increasingly led to the possibility of dissonance of the union.

But this was not altogether bad, at least at first. On the institutional front things began to alter for historians of science. Academic positions for historians of science sometimes in history and sometimes in science departments began to increase in the 1960s. In some places entire university departments were organized around the history of science by the end of the decade.[13] Although it helped to fuel growth and interest in the history of science, the increasing professionalization of the history of science widened the rift between historians of science and scientists-turned historians of previous generations. Having viewed themselves as throwing off the yoke of the scientific disciplines, now free to write "objective" accounts of science and acting as historical critics of science where need be, younger professional historians and philosophers started to ignore more traditional histories of science. At their worst they began to deride naive accounts of the progression of great heroes (nearly all of whom were white males) embarked on an enterprise leading inexorably to truth. No longer the mere mnemonic devices, illegitimate children, or handmaidens to the scientific disciplines, professional historians of science effectively distanced themselves from their scientific objects of study. The occasion of the 300th anniversary of the publication of Newton's Principia, which should have been reason for pause and reflection if not celebration went by largely unnoticed by the leading American journal for the history of science, Isis. By 1987, the subtitle for Isis —an "international review devoted to the history of science and its cultural influences"[14] — weighed more and more in favor of the latter half of the phrase. Terms like "whiggish" history and "whig" became terms of derision used as historiographic slurs against histories of science especially popular with scientists who upheld progressive, cumulative, growth models

[13]For a recent account of the institutionalization of the history of science see the special historical issue of *Isis*, note 2 above. See also the following retrospective essays on the history of the history of science: Arnold Thackray and Robert K. Merton, "On Discipline Building: The Paradoxes of George Sarton. *Isis* 63 (1972): 473-95; Arnold Thackray, "The History of Science Society: Five Phases of Prehistory, Depicted from Diverse Documents," *Isis* 66 (1975): 445-53; Arnold Thackray, "The Pre-History of an Academic Discipline: The Study of the History of Science in the United States, 1891-1941," *Minerva* 18 (1980): 448-73; see also Nathan Reingold, "History of Science Today, I. Uniformity as Hidden Diversity: History of Science in the United States, 1920-1940," *British Journal for the History of Science* 19 (1986): 243-62.

[14]This description is found on the journal's cover.

for the history and philosophy of science. No wonder then, that by the late 1980s, scientists interested in their history became watchful of how their work was represented. Growing weary of the move for more social, external, "constructivist" and overly critical approaches to science, they began to fight back historians' charges of "whig" history with their own academic slur, "prig" history for the stuffy, self-important kind of history that "professional" historians were increasingly accepting as the only real history of science. The growing rift between scientists and "professional" historians was rendered visible for scientists with the appearance of a commentary on "whigs and prigs" and the history of science in no less a journal than Nature in 1987.[15]

## THE "SCIENCE WARS" OF THE 1990s

By the 1990s the relationship between history and science had visibly soured. As individuals like Paul Forman declared "independence, not transcendence for the historian of science," in 1991 in the pages of Isis, the lines became indelibly drawn.[16] Individuals, extremists (oftentimes neither historian nor scientist), took advantage of the instability to garner attention with destructive claims. Individuals like Andrew Ross became entirely dismissive of the scientists' perspective when he wrote a notorious dedication to a notorious critique of science: "This book is dedicated to all of the science teachers I never had. It could only have been written without them."[17] Constructivists of varied ilks began to join the fray and taunt scientists with claims for the "social construction of reality."[18] Scientists, in turn, lacked the patience to delve into a body of literature that became riddled with overly abstruse and arcane language; to them "science studies"—the buzz-phrase of the late 1980s that saw the refiguration of history, philosophy and sociology of science in places like the University of California, San Diego[19] — was a pathetic if not a bankrupt attempt to understand a body of knowledge and a set of practices that were incomprehensible to "outsiders" . Scientists grew even more incensed as science studies refigured into "cultural studies" and as the growing body of feminist critiques began taking on the giants of the

---

[15]E. Harrison, "Whigs and Prigs and Historians of Science," *Science* 329 (1987): 213.

[16]Paul Forman, "Independence, Not Transcendence, for the Historian of Science," *Isis* 82 (1991): 71-86.

[17]Andrew Ross, *Strange Weather: Culture, Science and Technology in the Age of Limits*. London: Verso, 1991.

[18]For a recent account of see Ian Hacking, *The Social Construction of What?* Cambridge: Harvard University Press, 1999. He states that the term social construction has the tendency to replicate itself much as cancer cells do.

[19]See Chris Raymond, "Scholars Take a New Approach in Studying the Institution of Science," *Chronicle of Higher Education* 9 May 1990, p. A4-A7.

history of science like Isaac Newton and reducing them to masculine rapists of a feminized nature.[20] Social historians and sociologists of the "strong programme" did not help matters at all as they struggled with integrating the community into the body of beliefs called science.[21] Taking the sociological approach to the extreme some students of science study like Bruno Latour, eventually argued for a fundamentally ahistorical view of scientific knowledge.[22] Like all revolutions, this one began to consume some of its own children.

The Enlightenment project as a whole began to fragment as multiculturalists, post-modernists, post-structuralists *et.al.*, began to view the project as serving the totalizing motives of elite dead white males. Courses at Stanford in the "CIV" (cultures, ideas and values track) reflected this rebellion with course titles like "The Enlightenment and Its Victims" (Beccaria would have turned in his grave). Books and articles undergirded by a move to "subvert the system" through techniques of deconstruction flooded traditional branches of the humanities as identity politics replaced the notion of universal self-evident truths.

No wonder that what was happening in the humanities garnered the attention of self appointed "science watchdogs" who rushed to defend the boundaries of science and the Enlightenment project. As a result, the middle 1990s saw the most uncomfortable, embarrassing, and divisive period for historians of science. "Science wars" became the buzz-phrase to denote the conflict between scientists and critical students of the study of science. Some, like Paul Gross and Norman Levitt, made things easy for themselves by creating an artificial category of the "academic left"—a veritable "bestiary" of post-modernists, feminists, multiculturalist, and constructivists who threatened to breach "the wall between science and culture."[23] Higher

---

[20]For an introduction to cultural studies see Joseph Rouse, "What Are Cultural Studies of Scientific Knowledge," *Configurations* 1(1993): 1-22. For an introduction to the general area see L. Grossberg, C. Nelson and P. Treichler, eds., *Cultural Studies*. New York: Routledge, 1992; and see Fred Inglis, "Cultural Studies, *Times Literary Supplement*, 27 May, 1994. Sandra Harding built on the work of Carolyn Merchant to argue that Newton's *Principia* functioned like a "rape manual". See Carolyn Merchant, *The Death of Nature. Women, Ecology, and the Scientific Revolution.* San Francisco: Harper and Row, 1980; see Sandra Harding, *The Science Question in Feminism*. Ithaca: Cornell University Press, 1986; and Sandra Harding, *Whose Science? Whose Knowledge? Thinking from Women's Lives*. Ithaca: Cornell University Press, 1991.

[21]For a successful attempt to do this see: Steven Shapin and Simon Schaffer, *Leviathan and the Air-Pump: Hobbes, Boyle and the Experimental Life*. Princeton: Princeton University Press, 1985.

[22]See Bruno Latour and Steve Woolgar, *Laboratory Life: The Construction of Scientific Facts*. 2nd edition. Princeton: Princeton University Press, 1986. Bruno Latour and Steve Woolgar, *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts*. Beverly Hills: Sage, 1979: and see Bruno Latour, *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers through Society*. Cambridge: Harvard University Press, 1987.

[23]Paul R. Gross and Norman Levitt, *Higher Superstition. The Academic Left and Its Quarrels with Science*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1994. The quotation is from Paul Forman's review *of Paul R. Gross, Norman Levitt and Martin Lewis eds*. The Flight from Science and Reason. *New York: New York Academy of Sciences, 1996 in* Science *276 (1997) 750-752.*

Superstition—the title of their book on the subject gained the curious subtitle The Academic Left and Its Quarrel with Science. Others sought to fortify the walls of science so that it could withstand the assault that came not just from outside the walls of the academy but from within. Buying a full page advertisement in the leading American journal of science, Science, the newly formed National Association of Scholars dedicated "to combat the irrationality and politicization now thriving in university life" alarmed American scientists with a bold headline: "Science is Under Attack"![24] Such attacks were "dangerous" they declared because they "undermine public confidence; alter directions of research; affect funding" and most importantly they "subvert the standards of reason and proof." Conferences under the auspices of august scientific institutions were organized just on this subject, and then big fat volumes with titles like The Flight from Science and Reason were produced.[25] Historians of science like Paul Forman returned fire in the pages of Science with a blistering review of this book—and others— that drew so much negative attention that the long-standing book review editor of Science was castigated for encouraging such anti-science perspectives to appear in an establishment journal like Science. As part of the accelerating pattern of academic violence, she, and the prominent book reviews covering the new literature from the history of science, were "retired" at the prestigious journal.

But none of these accounts matched the destruction that followed after the "Sokal Affair", also known as the Sokal incident or the Sokal hoax that physicist Alan Sokal managed to pull off at the peak of the science wars. In 1996 Alan Sokal submitted a bogus article oozing with post-modernist gobbledygook, the kind of language that frequently concealed nonsensical claims, and sprinkled liberally with citations to the likes of Continental theorists like Derrida, Serres, and Irigaray and icons of critical science studies like Keller, Haraway, Aronowitz and Harding, to Social Text, a journal favored by individuals like Andrew Ross. The title tells us much: "Transgressing the Boundaries: The Transformative Hermeneutics of Quantum Gravity".[26] It was promptly published, following routine "rigorous" peer review. Sokal did not stop there: he exposed the hoax as an "experiment done by a physicist on cultural studies" in the popular journal for academics, Lingua Franca.[27] The hoax quickly made its way to wider American culture demonstrating exactly how low the

---

[24]See the unusual call of alarm in the full-page notice for the National Association of Scholars: "Science is Under Attack," *Science* 265 (1994):1508. The bottom of the page had included a quotation stating "for reasoned scholarship in a free society."

[25]See note 23 above.

[26]Alan Sokal, "Transgressing the Boundaries: The Transformative Hermeneutics of Quantum Gravity, "*Social Text*, 46/47(1996): 217-252.

[27]Alan Sokal, "A Physicist Experiments with Cultural Studies, "*Lingua Franca*, May/June(1996): 62-64. See also Alan Sokal, "Transgressing the Boundaries—An Afterward." *Dissent*, Fall(1996): 93-99; and see Alan Sokal, "A Plea for Reason, Evidence, and Logic." *New Politics* 6(1997): 126-129.

standards had dropped in humanistic circles. Shortly after the hoax was revealed, a soaring defense was mounted on behalf of the humanities by one of the most visible literary theories, Stanley Fish. It appeared in The New York Times.[28] Sokal, receiving more than the requisite fifteen minutes of fame, proceeded to write an entire book on the subject titled Fashionable Nonsense. Postmodern Intellectuals' Abuse of Science, which was first published in France (no doubt where it would be read by the Continental theorists he was so fond of) under the title Impostures Intellectuelles (no translation needed here).[29] Not to be outdone, Norman Levitt, of Gross and Levitt fame, also published another provocative book about the science wars titled Prometheus Bedeviled. Science and the Contradictions of Contemporary Culture.[30] Adding further to what had become an industry of bashing and exposure was Noretta Koertge's edited volume with yet another revelatory title: A House Built on Sand: Exposing Postmodernist Myths About Science.[31]

In his earlier presentation, Ian Hacking stated how much he regretted the science wars, and how it brought out the worst in some very sane people;[32] he was right. While he was combing Shakespeare for appropriate plague curses to hurl at both houses—history and science— historians of science like Timothy Lenoir and his cohort of warriors were fighting the battles against detractors of science and cultural studies, and getting badly bruised in the process. No one was spared. It was especially bad for the new kids on the block who had the misfortune to enter the profession in the midst of a war: we found ourselves in a minefield of conflicting points of view. Many of us did not survive, losing tenure bids, or failing to secure academic positions, while others had lesser damage to contend with like failed grant applications or severed academic relationships.

But the sociopolitical-turned-personal divisions in the history of science in the mid-1990s positively paled in comparison with the intellectual dissonance. Historians of biology probably had it as bad, if not worse than anyone else. The historical progeny of Ernst Mayr, the "architect " of the evolutionary synthesis and the dominant historian and philosopher of biology, had to simultaneously contend with the likes of Donna Haraway, the deconstructor of the same event and the icon of feminist cultural

---

[28]Stanley Fish, "Professor Sokal's Bad Joke," *New York Times*, May 21, 1996.

[29]Alan Sokal and Jean Bricmont, *Fashionable Nonsense. Postmodern Intellectual's Abuse of Science*. New York: Picador, 1998. First published as *Impostures Intellectuelles*. Paris: Editions Odile Jacob, 1997.

[30]Norman Levitt, *Prometheus Bedeviled. Science and the Contradictions of Contemporary Culture*. New Brunswick: Rutgers University Press, 1999.

[31]Noretta Koertge, *A House Built on Sand: Exposing Postmodernist Myths About Science*. New York: Oxford University Press, 1998.

[32]Ian Hacking, "Afterthoughts on Construction," paper delivered at the History of Science at the End of the Millennium Symposium in Porto Alegre, Brazil. See also Ian Hacking, *The Social Construction of What?* Cambridge: Harvard University Press, 1999.

studies of science. Not only did I understand and respect their positions, but I had sympathies for both.[33]

## THE LAST GASP OF THE HUMANITIES?

At the time of science wars, no one was quite sure exactly what was happening in the profession, or why it was happening. Even with a bit of historical hindsight (let us hope that the wars are finally over), it is still hard to gain a clear perspective: was this controversy a case of temporary or transient insanity brought on by the careless actions of a few self-serving, noisy individuals? It seems fairly certain that more than a few of the major players profited by the lavish attention they received (their citation indices alone increased astronomically); or was this just a phase in an inevitable process that historians of science had to undergo as they became professionalized and integrated with something called "mainstream" history, the kind of history that is written in predominantly in history departments? In his preceding talk, Ian Hacking spoke of the science wars as "growing pains" for historians of science.[34] Could the science wars be seen as the equivalent of an especially stormy adolescence? Or is there some other explanation for the turmoil?

My own sense that there is much to Hacking's suggestion that this was part of the maturation of the history of science (though it also flushed out some very noisy and egocentric individuals in the process). It was bound to become a contested site by virtue of its dual allegiance to history and science. As historians turned to their post-modernist critiques and to other approaches, some of which with the benefit of historical hindsight seem now as "fashions" driven by political action programs, they inevitably took on science, the most powerful practice with traditional claims to value-neutrality. The dominance of science, and especially technology in the latter half of the twentieth century is now so much a fact of everyday life that even the popular American magazine called Time recently designated Albert Einstein as the "Person of the Century." The very success of science and its extension into everyday life perhaps sets it up for criticism from a diverse set of perspectives or interests. In this sense, perhaps, we would probably not be far off to think that science may have become a victim of its own success.

But there is another aspect to the science wars that has hitherto gained little public exposure. It is an aspect that I considered in the early 1990s just as the declaration of independence was announced by historians like Paul Forman. Timothy Lenoir's

---

[33]It too some five years for this historian, to find a middle ground See the author's preoccupation with contradictory elements in Vassiliki Betty Smocovitis, *Unifying Biology: The Evolutionary Synthesis and Evolutionary Biology.* Princeton: Princeton University Press, 1996.

[34]Ian Hacking, "Afterthoughts on Construction," paper delivered at the History of Science at the End of the Millenium Symposium in Porto Alegre, Brazil.

provocative demonstration titled "Science in the Matrix 2000" sadly brings to relief what have been for me largely unarticulated fears.[35] His demonstration leads students of science into troubling—and disturbing—terrain. To be sure, there are wondrous advances in the computerized world we now inhabit, which he describes so vividly —e.g., virtual surgery (i.e., surgery through computerized interventions that connect surgeon to the body via computerized technology), or the training of professionals like surgeons and airline pilots through efficient use of virtual reality generated by computer.

His presentation also tells us much about areas of the life sciences or biology that have become hot topics: bioinformatics, for one, which permanently converts the student of life into a kind of new-age engineer more conversant in computer methods and algorithms than in organismic bodies or in organic processes. Bioinformatics also radically alters the epistemic foundations of biology as a science: as Lenoir has pointed out, the automated science data is generated before theory. As a result we are witnessing the "disappearance of theory", and as he has noted, students of bioinformatics have "no time for theory". They would much rather "get on" with what is instead "economically effective."

To Lenoir, all these technologies, in turn fuel a cultural transformation or event on the scale of "another Renaissance": one that sees "seamlessly articulated intelligent machines" diminish the distinction between human and machine. Technoscience—the body of practices that he explores—leads ultimately to a shift in material reality, one that may change the "way that we think about ourselves." The invention of "smart devices" that alter and extend the human sensorium lead also to a redefinition of human identity: it is now an entity that is "tied-up with a commitment to these technologies". This post-human condition thus replaces the very notion of humanity as it has emerged from Renaissance culture. Lenoir adds that we should make no mistake about the onset of this post-human condition and the redefinition of our humanity in terms of our technologies. "Science fiction is not so far off", he notes, we are in fact not much farther away from the dizzying epistemology popularized by the hit American movie The Matrix.

Lenoir's vision of "Science in the Matrix" is well formed and many of his insights may prove to be prophetic (if they are not already confirmed). They may, as he notes, lead to wondrous advances that improve our ability to manipulate life and living processes to our advantage; and he has painted a richly textured picture of the new "technology of life", or even what we may view as the biology of the next millennium (after all the human genome project is rapidly approaching completion, even as I write). But little has been said of the other consequences from this technology.

For one thing, the virtual techniques that are employed for surgical intervention in the human body, were recently applied to the very real techniques of modern

[35]Timothy Lenoir, "Science in the Matrix 2000," paper delivered at the History of Science at the End of the Millenium Symposium in Porto Alegre, Brazil.

warfare: the so-called "surgical strikes" by US-dominated NATO forces against purported or real targets in the Kosovo uprising last year was anything but surgical: hundreds of lives were lost in the supposedly bloodless warfare now fought and made terrifyingly efficient through computer mediated techno-warfare. The same training procedures used for surgical interventions and for the training of airline pilots, is also used to train police forces, and to teach mercenaries how to kill with terrifying precision. So too, the same computerized "killing games" have led to a generation of children taught to injure and kill their cohorts with the same bloodless and clean precision. The technology that mediates between us and reality may train us to perform amazing feats at a distance, but in so doing, entrains us to distance ourselves from the bloody suffering that our actions engender. They permit us to take life without remorse or empathy. "Bombs at a distance" cause just as much injury as bombs we throw by hand. This reality is disturbing indeed; the flip side of the technology of life may also be the technology of killing, the technology of death. Stanley Kubrick's film of Arthur C. Clarke's classic of science fiction 2001: A Space Odyssey makes a similar point. The opening shot of a family of proto-hominds quietly feasting on the bones of recent prey suddenly shifts to the proto-hominids at war with a strange new family that has encroached on their turf. The same hand which brought down the prey and held the bone for consumption turned it into an instrument for killing; it became a weapon. Homo technos is born at the same time as Homo sapiens; technology was equated with wisdom and the power to transform the environment, at the same time that it could become the weapon to extinguish others.

Troubling as well, are other "unintended consequences" of such new technologies. As Edward Tenner has argued in his astute book with the well-chosen title: Why Things Bite Back. Technology and the Revenge of Unintended Consequences,[36] the history of technology tells us that it is well-nigh inevitable that technology—a human invention if ever there was one—has the uncanny ability of "biting back" (a stunning metaphor). Like a "form of life" that is capable of self-replication, technology has taken a life of its own, complete with anthropomorphic attitudes like what Tenner describes as "revenge effects" (not to be confused with side-effects he points out). Just as we think we have solved one problem with a new technology, it bites back in a fashion that is the exact opposite of what the technology was intended to do: cures for one cancer that lead to other cancers is a good example of such revenge affects. Kubrick's vision of Clarke's novel ends with just this kind of scenario: "Hal" the computer, converts to a digital Frankenstein as "he" seeks to control the humans that have invented him. Will there be similar "revenge effects" that will materialize with the new computer technologies?

---

[36]Edward Tenner, *Why Things Bite Back. Technology and the Revenge of Unintended Consequences*. New York: Alfred A. Knopf, 1996.

And who exactly will gain access to this technology? In a global culture that is seeing the widening of the rift between the haves and the have-nots, will access to the latest technology create an elite group of technocrats, predominantly in institutions that can afford the latest technology? And how exactly will developing nations like Brazil, for instance, as Vera Vidal pointed out,[37] gain access to such technology or compete on the global economic markets increasingly dependent on these technologies? Will the entire planet become beholden to, or enslaved by, a handful of wealthy "techno-nations" au courant with the new technologies?

And what role would the humanities play in a world that is post-human? or in a world where technology sets the standards or becomes template for our humanity? Were the science wars of the 1990s in fact an attempt to resist just this? Were the science wars in fact, the last gasp of the humanities as they became suffocated by the self-replicating machines? What does science look like in a world without theory, without an overarching unified framework? What kinds of sciences would there be? What would a biology devoid of organisms be like? Would there be any room at all for a science like evolutionary biology, an organismic science defined by the unifying power that its theoretical framework exercises?[38] Where would the next generation—the progeny—of Ernst Mayr fit into such a world? Would there be any room at all for a historian of science in a world without either?

If Lenoir has given us "the shape of things to come", then where do we find the meaning of life: in the technology of death? How do we exercise agency? Is there room for emotion or aesthetic sensibility in such a world? Ian Hacking sides with the great thinker Pascal on this: he reminds us that the human comes before the machine.[39] He takes comfort in the thoughts—and words—of Renaissance thinkers who first encountered the "mechanization of the world-picture" yet managed to preserve their humanity and arguably even generated the rich corpus of humanistic perspectives in response to threats from the machine. But will reading Pascal really permit us to withstand the hurricane-force technological winds that have engulfed us and that have swept away our very humanity? And what about philosophy? Ian Hacking tells us that like all humanists we should continue to "wonder". In this, of course, he echoes the ancient Greek philosophers who serve as the founders of the history and philosophy of science and of the western intellectual tradition: "thia tou thaumazion eirxanto philosophein," the Greeks said, "For the love of wondering, they philosophized." This and this alone should give us reason to be; but who in the world of The Matrix is left to wonder, the machines? Is it possible that we have reached the end of this

---

[37]Vera Vidal, comments made at the History of Science at the End of the Millenium Symposium in Porto Alegre, Brazil.

[38]For one recent example of this see, Edward O. Wilson, *Consilience. The Unity of Knowledge*. New York: Alfred Knopf, 1998.

[39]Ian Hacking, "Afterthoughts on Construction," paper delivered at the History of Science at the End of the Millenium Symposium in Porto Alegre, Brazil.

intellectual tradition? I will close this essay with the suggestion that these are the kinds of questions that historians and philosophers of science must ask as we enter the next millennium. I will also take comfort in the thoughts of another thinker, Paul Valéry who wrote the following in the midst of the turmoil of the second world war:

Unpredictability in every field is the result of the conquest of the whole of the present world by scientific power. This invasion by active knowledge tends to transform man's environment and man himself— to what extent, with what risks, what deviations from the basic conditions of existence and of the preservation of life we simply do not know. Life has become, in short, the object of an experiment of which we can say only one thing—that it tends to estrange us more and more from what we were, or what we think we are, and that it is leadingus ... we do not know and can by no means imagine where.[40]


## ACKNOWLEDGMENTS

I wish to thank Daisy Lara de Oliveira—my special colleague from afar—who made my visit to Porto Alegre her dream and Anna Carolina Regner who made it a reality. I wish to thank the faculty on the Interdisciplinary Group in Philosophy and History of Science for their enthusiasm, warmth, and hospitality and for making this symposium possible. Thanks also to all the faculty who came from afar to contribute to contribute to the symposium: to Tim Lenoir for his stunning and provocative opening presentation titled "Science in the Matrix" and Ian Hacking for helping to screw our heads on a bit more firmly. If there is a God, he is a Canadian.


## REFERENCE LIST


FISH, Stanley. Professor Sokal's Bad Joke. *New York Times,* May 21, 1996.

FORMAN, P. Independence, Not Transcendence, for the Historian of Science. *Isis,* n. 82, p. 71-86, 1991.

GEERTZ, C. *The Interpretation of Cultures. Selected Essays*. New York: Basic Books, 1973.

GEERTZ, C. *Local Knowledge. Further Essays in Interpretive Anthropology*. New York: Basic Books, 1983.

GOLINSKI, J. *Making Natural Knowledge. Constructivism and the History of Science.* Cambridge: Cambridge University Press, 1998.

GROSS, P.R. & LEVITT, N. *Higher Superstition. The Academic Left and Its Quarrels with Science*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1994.


[40]Paul Valery, "Unpredictibility," in *History and Politics.* Translated by Denise Folliot and Jackson Matthews. New York: Pantheon Press, 1962, p. 71. As cited in Edward Tenner, *Why Things Bite Back*, p.x.

GROSS, P.R., LEVITT, N. & LEWIS, M. (eds.) *The Flight from Science and Reason.* New York: New York Academy of Sciences, 1996. In *Science,* n. 276, p. 750-752, 1997.
GROSSBERG, L., NELSON, C. & TREICHLER, P. (eds.) *Cultural Studies*. New York: Routledge, 1992.
HACKING, Ian. *The Social Construction of What?* Cambridge: Harvard University Press, 1999.
HACKING, Ian. Afterthoughts on Construction. Paper delivered at the History of Science at the End of the Millennium Symposium in Porto Alegre, Brazil.
HARAWAY, Donna J. *Simians, Cyborgs, and Women: The Reinvention of Nature*. New York: Routledge Press, 1991.
HARDING, S. *The Science Question in Feminism*. Ithaca: Cornell University Press, 1986.
HARDING, S. *Whose Science? Whose Knowledge? Thinking from Women's Lives*. Ithaca: Cornell University Press, 1991.
HARRISON, E. Whigs and Prigs and Historians of Science. *Science,* n. 329, p. 213, 1987.
HUNT, L. (ed.). *The New Cultural History.* Berkeley: Berkeley University Press, 1989.
INGLIS, F. Cultural Studies. *Times Literary Supplement*, 27 May, 1994.
KOERTGE, Noretta. *A House Built on Sand: Exposing Postmodernist Myths About Science*. New York: Oxford University Press, 1998.
KUHN, Thomas. *The Structure of Scientific Revolutions.* 2. ed. Chicago: University of Chicago Press, 1970. First published 1962.
LATOUR, B. & WOOLGAR, S. *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts*. Beverly Hills: Sage, 1979.
LATOUR, B. & WOOLGAR, S. *Laboratory Life: The Construction of Scientific Facts*. 2. ed. Princeton: Princeton University Press, 1986.
LATOUR, B. *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers through Society.* Cambridge: Harvard University Press, 1987.
LENOIR, T. Science in the Matrix 2000. Paper delivered at the History of Science at the End of the Millennium Symposium in Porto Alegre, Brazil, 1999.
LEVITT, Norman. *Prometheus Bedeviled. Science and the Contradictions of Contemporary Culture.* New Brunswick: Rutgers University Press, 1999.
MAYR, E. *The Growth of Biological Thought*. Cambridge: Cambridge University Press, 1982.
SHAPIN, S. & SCHAFFER, S. *Leviathan and the Air-Pump: Hobbes, Boyle and the Experimental Life*. Princeton: Princeton University Press, 1985.
SMOCOVITIS, Vassiliki B. *Unifying Biology: The Evolutionary Synthesis and Evolutionary Biology.* Princeton: Princeton University Press, 1996.
SNOW, C.P. *The Two Cultures and the Scientific Revolution*. Cambridge: Cambridge University Press, 1962.
SOKAL, Alan. Transgressing the Boundaries: The Transformative Hermeneutics of Quantum Gravity. *Social Text*, n. 46/47, p. 217-252, 1996.
SOKAL, Alan. A Physicist Experiments with Cultural Studies. *Lingua Franca,* May/June, p. 62-64, 1996.
SOKAL, Alan. Transgressing the Boundaries-An Afterward. *Dissent,* Fall, p. 93-99, 1996.
SOKAL, Alan. A Plea for Reason, Evidence, and Logic. *New Politics,* n. 6, p. 126-129, 1997.
SOKAL, Alan and Jean Bricmont. *Fashionable Nonsense. Postmodern Intellectual's Abuse of Science*. New York: Picador, 1998. First published as *Impostures Intellectuelles*. Paris: Editions Odile Jacob, 1997.
SOKAL, Michael M. The History of Science Society, 1970-1999: From Subscription Agency to Professional Society. In ROSSITER, M.(ed.). *Catching Up with the Vision. A Supplement to Isis*, v. 90, S135-S181, 1999.

TENNER, Edward. *Why Things Bite Back. Technology and the Revenge of Unintended Consequences.* New York: Alfred A. Knopf, 1996.
THACKRAY, A. The History of Science Society: Five Phases of Prehistory, Depicted from Diverse Documents. *Isis,* n. 66, p. 445-53, 1975.
THACKRAY, A. The Pre-History of an Academic Discipline: The Study of the History of Science in the United States, 1891-1941. *Minerva,* n. 18, p. 448-73, 1980.
THACKRAY, A & MERTON, R. K. On Discipline Building: The Paradoxes of George Sarton. *Isis,* n. 63, p. 473-95, 1972.
VALERY, Paul. Unpredictibility. *History and Politics*. Translated by Denise Folliot and Jackson Matthews. New York: Pantheon Press, 1962.
VIDAL, Vera. Comments made at the History of Science at the End of the Millenium Symposium in Porto Alegre, Brazil.
WILSON, Edward O. *Consilience. The Unity of Knowledge*. New York: Alfred Knopf, 1998.
YOON, Carol K. Long Evolution of 'Darwin of 20th Century'. *New York Times,* Tuesday (April 15, 1997).

# DESCUBRIMIENTOS Y HEURISTICAS EN ASTRONOMIA

*Víctor Rodríguez**


## RESÚMEN

En este trabajo se intenta una caracterización del concepto de descubrimiento en astronomía, ambientado principalmente en las líneas de investigación que se vienen desarrollando en este siglo dentro de esta disciplina.
Se exploran variados contextos dentro de los cuales aparece, de un modo u otro, el concepto de descubrimiento. Tomando como marcos de referencia principales a la filosofía de la ciencia y la historia de la astronomía, se intentan establecer múltiples relaciones entre tópicos de interés epistemológico y nuestra imagen científica del cosmos.

**Palabras claves**: epistemología; historia de la ciencia; astronomía; descubrimiento; heurísticas.


## DISCOVERIES AND HEURISTICS IN ASTRONOMY

In this paper an analysis of the concept of discovery in astronomy is intended, with special consideration to the main lines of research that are being carried out during this century. Several contexts are explored in this regard, and it is showed that the concept of discovery is involved in different ways in most of them. Taking as a conceptual background the history of astronomy and the philosophy of science, multiple relationships are established among epistemological topics related to our scientific image of the cosmos.

**Key words**: epistemology; history of science; astronomy; discovery; heuristics.

La astronomía es una disciplina científica muy especial. Ha sido fuente de muchos descubrimientos importantes desde los primeros días de la ciencia. Existe una vieja tradición de investigación en historia de la astronomía a través de la cual podemos ver cómo los descubrimientos han ido configurando imágenes de mundo. La historia de esta disciplina exhibe muchas sutilezas y aún hoy estamos analizando consecuencias de los grandes descubrimientos del pasado. Esto es válido para Ptolomeo, Kepler, o Leverrier, por mencionar sólo algunos buenos ejemplos.

*Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. *E-mail*: rodrigue@fis.uncor.edu

Este trabajo ha sido realizado dentro de un Proyecto de Investigación en la FFyH, UNC, subsidiado por CONICOR, SECYT-UNC y FONCYT.

La astronomía del siglo XX se ha caracterizado por un notable incremento en la cantidad de descubrimientos, desde campos tan remotos como la así llamada expansión del universo hasta la emergencia de una suerte de taxonomía de nuevas entidades con dificultades conceptuales inherentes a cada caso. Estrellas enanas, galaxias exóticas, polvo cósmico, asteroides, cometas, etc. Estas entidades son, en general, aceptadas como "reales", aún cuando hay usualmente consenso acerca de la incerteza de la información sobre detalles técnicos o propiedades físicas específicas. Muchas otras entidades no son tan reales, al menos en la actualidad, de modo tal que la inclusión de ellas en el reino de los cielos depende de criterios acerca de la naturaleza de las entidades teóricas. En este sector tenemos a los agujeros negros, las lentes gravitacionales, las cuerdas cósmicas, y un conjunto de entidades exóticas provenientes de la tinta y el papel. Hay aquí una interesante interacción con la filosofía de la ciencia, especialmente a través del intento de esclarecer dificultades conceptuales de la relación entre estas entidades y las redes teóricas que se usan para integrarlas dentro de un marco general.

En este trabajo consideraré sólo algunos casos que son, en mi opinión, representativos del estilo de trabajo de la astronomía del siglo XX. En particular, examinaré con cierto detalle el caso de la astronomía extragaláctica y la cosmología observacional, yendo desde las grandes controversias de las primeras décadas del siglo a los resultados del satélite COBE y algunas consecuencias posteriores. Trataré de mostrar que el concepto de descubrimiento en astronomía representa una red de sutiles relaciones entre instrumentos, herramientas teóricas, prejuicios conceptuales, concepciones acerca del diseño de experimentos, y una considerable cuota de puntos de vista epistemológicos que restringen el marco general de las investigaciónes. Naturalmente, hay lecturas externas de estos tópicos, por ejemplo, acerca de razones sociológicas, económicas e históricas para tomar algunas decisiones y realizar algunas planificaciones, pero ellas no serán consideradas aquí.

Intentaré caracterizar el descubrimiento en astronomía como un caso especial del descubrimiento científico, y la posición particular de una ciencia en la que el concepto de experimento tiene un rostro tan complejo y la observación está llevada a sus límites. Trataré de dar un contexto para el concepto de descubrimiento en astronomía útil para los objetivos de este trabajo.

¿Qué es un descubrimiento para los astrónomos? Explorando el amplio espectro de la producción astronómica en las revistas científicas especializadas, en los volúmenes de las reuniones de la Unión Astronómica Internacional, y en los numerosos eventos especializados que se suceden muy a menudo, la palabra "descubrimiento" aparece relacionada con una compleja actividad que involucra principalmente las siguientes cuestiones.

Casualidad. En ciertos sectores de la difusión científica ya hemos incorporado la expresión "serendipity" de uso corriente en algunos contextos internacionales. Cada año hay muchos nuevos resultados que llegan de tal modo que no podemos integrarlos a nuestros conocimientos como confirmaciones de predicciones previas, ni como

consecuencias de modelos anteriores. Esto está especialmente relacionado con el destacado lugar que tiene la observación en la actividad astronómica y con la variedad de campos de investigación que exhibe esta práctica científica. Esos resultados llegan de áreas tan distantes como la observación de meteoritos y objetos menores del sistema solar, especialmente en nuestra vecindad, hasta la radiación de origen cosmológico que llega desde los confines del espacio y el tiempo.

Modelos basados en esquemas teóricos. Cuando hablamos de descubrimientos relacionados con la estructura del universo, o acerca de la constitución interna de un cuerpo tal como nuestro sol, digamos por ejemplo, un cierto tipo de neutrinos, estos descubrimientos son fuertemente dependientes de modelos, en muchos casos altamente sofisticados. Aún cuando hay diferentes clases de modelos, para nuestros propósitos podemos considerar sólo dos tipos generales. A) Modelos basados sobre esquemas naive. Son típicos de áreas de investigación en las cuales no tenemos teorías robustas suficientemente elaboradas como para deducir claras consecuencias predictivas. Usualmente hay muchos procedimientos analógicos involucrados en esta práctica. La expresión más común usada en este sector es la de "modelos de juguete". Estos modelos intentan captar algo relevante, aunque normalmente de un modo muy simplista, desde estrellas o cuerpos menores hasta el universo como un todo. B) Modelos basados en teorías maduras. En muchos casos las consecuencias observacionales son sólo un ejercicio de tipo deductivo acompañado por la elaboración de condiciones iniciales que permiten el desarrollo de la teoría dentro de restricciones muy especiales. Una práctica común en este sentido es un estilo constructivo de trabajo visto desde la perspectiva de la factibilidad de la observación dentro del dominio de las técnicas instrumentales a disposición. En algunos casos esta actividad constructiva bajo condiciones especiales es vista como un desarrollo de la teoría en sí misma. En la literatura especializada esta producción es usualmente considerada como astronomía teórica. Los ejemplos impregnan todas las ramas de la astronomía.

Inferencias a la mejor explicación. Dado que la predicción es una tarea realmente muy difícil en muchas áreas de la astronomía, y debido a la presencia ostensiva de modelos por todas partes, la explicación juega un rol sutil pero muy importante en las investigaciones. Cuando no sólo la analizamos a ésta sino también el modo en que los astrónomos la usan en sus redes de inferencias, es claro que la inferencia a la mejor explicación aparece mucho más frecuentemente de lo que usualmente se reconoce. Este punto tiene, en mi opinión, consecuencias importantes para evaluar el lugar que la explicación tiene en las ciencias observacionales. La astronomía es indudablemente en este aspecto una disciplina muy especial, y probablemente la explicación jugará por siempre un papel sumamente especial en ella. En otras palabras, si miramos el estilo de las inferencias escritas en los artículos astronómicos, podemos ver también el papel importante que la abducción tiene en estas articulaciones teóricas. Las inferencias abductivas son muy frecuentes en modelos teóricos, y están usualmente relacionadas con inferencias que conectan fenómenos concretos y muy especiales con marcos conceptuales de considerable generalidad.

Búsqueda heurística. Hay muchos estilos de aplicación de búsqueda heurística en astronomía, desde la estadística hasta versiones toscas de ensayo y error. En cada caso tenemos frecuentemente como subproductos conjuntos de resultados usualmente llamados "descubrimientos". Pero desde la perspectiva de la filosofía de la ciencia, la búsqueda heurística es un punto crucial en el contexto de descubrimiento. Caen bajo este rubro el análisis de la dinámica de las teorías, la generación de conceptos, la búsqueda de invariantes, la búsqueda de regularidades tipo ley. Pero, adicionalmente, hay muchas prácticas instrumentales asociadas con la búsqueda heurística, con una muy sofisticada retroalimentación entre estrategias y recursos instrumentales. Por ejemplo, el área de investigación de nuevos cometas- muy próximo a la astronomía de aficionados- es un caso típico. En un futuro cercano tendremos la posibilidad de seguir este tipo de exploraciones desde nuestra propia casa con una computadora conectada via internet y analizar resultados de observatorios alrededor del mundo, en áreas tales como la búsqueda de patrones en campos estelares, o proyectos tan ambiciosos como el SETI para buscar señales de vida extraterrestre.

Aproximaciones numéricas. La astronomía numérica es un área creciente de investigación. Cubre desde modelos numéricos relacionados a las limitaciones de las herramientas analíticas en mecánica celeste en donde a veces no se está en condiciones de conseguir una solución general de un problema, hasta áreas muy especulativas de investigación tales como modelos de colisión de agujeros negros, o la dinámica de cúmulos gigantes de estrellas o galaxias. Obviamente, estos son considerados sólo aproximaciones a los objetos reales y a sus dinámicas, pero son útiles en el mismo sentido en que lo es la física en una o dos dimensiones para otros propósitos. Este estilo de trabajo ha recibido en los últimos años un incremento notable debido a la ayuda computacional que permite testear modelos con una enorme cantidad de elementos individuales en un tiempo razonablemente breve. También debido a este lado computacional de la práctica, varios viejos métodos numéricos han sido desenterrados y adaptados a las potencias de los laboratorios computacionales contemporáneos. Algunas veces estos modelos sobresimplificados traen nuevos puntos de vista acerca de viejos tópicos, y en este caso pueden llegar a ser considerados descubrimientos.

Resultados provenientes de la computación. Este punto está relacionado con el anterior, pero no es idéntico a él. Muchos modelos astronómicos ahora provienen de las computadoras. El área de los descubrimientos computacionales es un campo creciente e interesante, no sólo desde la perspectiva de los modelos asociados a teorías, sino también debido a la manera en que los instrumentos via la computadora recogen la información acerca del cosmos, procesan los datos, y re-definen lo que es una señal o una unidad de información relevante. Las técnicas de dispositivos acoplados cargados -CCD- han revolucionado la astronomía observacional. Aún cuando sean conspicuas aplicaciones físicas de ideas teóricas provenientes de la microfísica y de la electrónica, están en cualquier caso fuertemente asociadas a dispositivos computacionales para procesar la información que ellas recolectan. Es muy probable

que, en el futuro cercano, técnicas provenientes de la inteligencia artificial entrarán en la astronomía de modo similar a como están siendo ahora introducidas en otras áreas de la investigación científica. El reconocimiento de patrones, las herramientas estadísticas, la búsqueda de inferencias alternativas entre modelos, son perfiles promisorios de descubrimientos computacionales de las próximas décadas. La óptica asociada a la computación está ya revolucionando los diseños de telescopios.

Nuevos procedimientos de observación. Esto está relacionado a nuevos instrumentos, nuevos modos de usar viejos instrumentos, nuevos contextos para instrumentos -tales como medio ambientes espaciales-. nuevos diseños tecnológicos, en muchos casos relacionados con el desarrollo de teorías muy sofisticadas, como las asociadas a ondas gravitacionales y todo el incipiente ámbito de la astronomía gravitacional. Podemos decir que las lentes gravitacionales son no solamente nuevos descubrimientos, sino también un campo extraordinariamente rico de nuevos descubrimientos potenciales, gracias a la reinterpretación de viejas observaciones bajo nuevas distribuciones espaciales de las señales. Adicionalmente, suele evidenciarse una actitud realista por parte de los astrónomos en esta área de la práctica observacional cuando asocian patrones simétricos con la presencia de objetos no observados, -materia oscura, agujeros negros, y cosas por el estilo. Otra cuestión importante aquí es la emergencia de nuevas técnicas para recoger información en diferentes regiones del espectro electromagnético. La astronomía de rayos gama, la astronomía de rayos X, la astronomía infrarroja, la radio astronomía, y variantes cercanas asociadas a otros portadores de información como la astronomía de neutrinos, producen un monstruoso acopio de información muy difícil de procesar de modo satisfactorio. Suena bastante bizantino aquí tratar de definir qué es un nuevo descubrimiento, quedando la palabra usualmente reservada para nuevos resultados significativos frecuentemente asociados a los prejuicios de la comunidad astronómica internacional, prejuicios en muchos casos vinculados a fuertes tradiciones culturales. Las discusiones en torno a los grandes modelos cosmológicos y sus implicaciones observacionales es un buen ejemplo de la compleja interacción entre modelos teoréticos estables y nuevas prácticas instrumentales. Como caso especial de esta intensa y extraña interacción entre teorías e instrumentos podemos tomar el telescopio espacial Hubble y sus resultados. Esto es en sí mismo todo un capítulo de una nueva caracterización del descubrimiento en astronomía en el siglo XX.

Coordinación de disciplinas. Los descubrimientos astronómicos no son solamente consecuencia de la disciplina particular de investigación que es la astronomía. La física tiene un rol creciente en la astrofísica. Los descubrimientos cosmológicos están impregnados de estructuras e ideas matemáticas, y de muchas áreas de la física. La química también juega un papel importante, y la geología es importante en la exploración del sistema solar y en la interpretación de resultados. Lo que pretendo significar con esto es que el lenguaje del descubrimiento en astronomía está escrito también con elementos provenientes de la sintaxis, semántica y pragmática de otras disciplinas. Esto significa que no solamente se toman conceptos de estas disciplinas

sino que también los lenguajes de las nuevas teorías tienen estructuras de teorías elaboradas conceptualmente lejos de la astronomía. Supongamos, por ejemplo, que el lenguaje de los fractales sea útil en astronomía; dicho sea de paso, ya hay varias colecciones de artículos escritos en esta dirección, y si éste alcanza un buen estatus epistemológico y metodológico, probablemente muchos nuevos resultados acusarán su influencia y el lenguaje de algunos descubrimientos presentará alguna suerte de influencia fractal. Otro punto muy especial relacionado con la coordinación de disciplinas es el de la visión unificada de la ciencia. Aún cuando debemos reconocer el tenor de las discusiones en torno de las limitaciones de una visión unificada, el cosmos, al menos por definición, es para nosotros un uni-verso, a pesar de algunas teorías exóticas de multi-versos que andan circulando en la cosmología actual. Desde esta perspectiva, el cosmos es el mejor medio ambiente para testear nuestras teorías científicas, y exhibe una armonía que sugiere e invita a generar estrategias coordinadas entre las disciplinas científicas. La retroalimentación es también importante aquí. Puede suceder que algunos físicos teóricos estén acertados al decir que la cosmología es esencial para entender a la microfísica.

Múltiples criterios de decisión. Esta es una cuestión metodológica. A veces un descubrimiento es producto de una decisión. Esto está relacionado con esa área de investigación en filosofía e historia de la ciencia conocida como epistemología de la experimentación. Los astrónomos a veces tienen que tomar la decisión de parar la recolección de información, bajo la suposicion de que no llegará ninguna información nueva relevante, o debido a limitaciones económicas, políticas o sociológicas. Deciden anunciar sus resultados como un nuevo descubrimiento, aún cuando no están seguros acerca de cuando exactamente deben terminar con el experimento. Esto ha sucedido en casos como con los resultados del satélite COBE relacionados con la hipótesis de las fluctuaciones de la radiación cósmica de fondo del universo. Lateralmente, esta investigación constituye un excelente ejemplo de lo que, en mi opinión, será el tipo de fuentes de descubrimientos en la astronomía del próximo siglo. Naturalmente, estos procedimientos de decisión son siempre cambiantes y dependen de la información contrastante proveniente de otros grupos de investigación. La intersubjetividad es esencial para mejorar los criterios de decisión acerca de cuando tenemos realmente un nuevo descubrimiento. Esta es la razón por la cual en muchos casos un descubrimiento aislado no es tomado en serio hasta que se puedan realizar nuevas observaciones.

El diseño de experimentos. De nuevo tenemos aquí una retroalimentación. Consideremos primero el concepto de experimento en astronomía. De acuerdo a cómo los astrónomos usan esta palabra, el experimento es principalmente una observación bajo diseños instrumentales muy especiales. Estos diseños se construyen usualmente con gran imaginación y contribuyen a dar un nuevo marco de trabajo para los nuevos datos. Cabe señalar que la historia de los instrumentos astronómicos muestra cuán importante ha sido el diseño de instrumentos como fábrica de la realidad. Desde los aparatos ópticos a los electrónicos, cada nuevo capítulo de la física construyó

de algún modo una nueva imagen del mundo. Como ejemplo, si se desea un resultado óptimo del arte de la medición astrométrica en cuestiones de posición de cúmulos de estrellas en la Vía Láctea y, en consecuencia, se recoge la información desde satélites especiales que han sido diseñados a tal efecto, es necesario conocer adecuadamente las restricciones y posibilidades de la dinámica del satélite y su versatilidad y sensibilidad giroscópica para tener una adecuada ponderación de la exactitud de las mediciones. Naturalmente, el diseño de experimentos juega un rol muy diferente en las investigaciones en el sistema solar, debido a la similaridad con las estrategias pragmáticas próximas a las prácticas experimentales terrestres.

La importancia de "salvar los fenómenos". Del mismo modo que en la astronomía antigua se usaron epiciclos para salvar las apariencias, en la astronomía contemporánea, más allá del sistema solar, no tenemos otra posibilidad que salvar de algún modo las apariencias. Esta es una cuestión realmente muy importante para analizar en relación con el estatus del pragmatismo en filosofía, y también con relación a algunos puntos de vista empiristas concernientes a la naturaleza de la ciencia y la actividad científica. En este sentido, el descubrimiento será siempre asociado con y dependiente de modelos previos, sean aquellos de la geometría presupuesta, de las teorías físicas usadas, o de las capacidades imaginadas de los instrumentos para testear teorías a través de la recolección de datos.

El espectro electromagnético. El descubrimiento en astronomía también presupone una actitud realista acerca del espectro electromagnético. La división corriente de áreas de la astronomía observacional es totalmente elocuente en este sentido. "Vemos" a través de él, y con excepción de la astronomía gravitacional, la astronomía de neutrinos, y algunos otros campos menores, el espectro electromagnético es la carta de identidad para entender la astronomía. Por supuesto, esto es también importante en algunas ciencias terrestres, pero en ningún caso el espectro e-m es tan importante como en astronomía. Esto produce una particular caracterización del descubrimiento, naturalmente asociado con el punto anterior.

Las matemáticas. Particularmente, enfatizo el lugar cambiante de las matemáticas en la lectura del descubrimiento. Muchas nuevas áreas de las matemáticas están siendo incorporadas ahora en la astronomía, especialmente la estadística, gracias a los programas computacionales. El bayesianismo está ahora en el juego. En los "descubrimientos" cosmológicos toda la fauna de técnicas matemáticas especiales provenientes de las teorías cuánticas de campo asociadas con modelos cosmológicos muestra una particular participación de las matemáticas en la sintaxis de la predicción y en la lectura de las eventuales consecuencias observacionales.

La filosofía. Se puede detectar, aunque no muy a menudo, la presencia de tesis filosóficas en algunos descubrimientos. Aún cuando no es fácil fusionar tesis filosóficas con descubrimientos empíricos, la astronomía teórica y la cosmología observacional algunas veces producen programas de investigación influenciados por puntos de vista de considerable generalidad. Los conceptos de homogeneidad, finitud del espacio tiempo, infinito como marco de fondo para muchos modelos, el comienzo del tiempo,

la conceptualización del Big Bang, etc, exhiben gran proximidad con la filosofía. En muchos descubrimientos la causalidad juega un rol significativo. En el caso de modelos realistas, los conceptos asociados con materia, energía, vacío, no son siempre usados en el sentido restringido de sus marcos teóricos y se suele permitir alguna contaminación filosófica. En algunos otros casos, como ha sucedido con la vieja escuela de cosmología observacional soviética liderada por Ambartzumian, una idea marxista relacionada con la multiplicidad de estructuras jerárquicas en el cosmos estimuló un programa de investigación con una estrategia metodológica influenciada por esas tesis filosóficas. La búsqueda de supercúmulos de galaxias fue un objetivo influenciado por dichas ideas.

Criterios de confiabilidad. Frecuentemente la ponderación de un descubrimiento está relacionada con criterios de diferentes clases. Pero la confiabilidad es central en muchos casos. La aceptación de regularidades en la naturaleza juega frecuentemente un rol importante. La zona del descubrimiento asociada con las leyes naturales o las regularidades accidentales es un área conflictiva para decisiones. Por ejemplo, ¿qué queremos significar con la ley de Titius Bode?. O de otro modo, ¿cuál es la diferencia epistemológica entre esta ley y la tercera ley de Kepler? Hay muchos ejemplos de resonancias y otras regularidades en la mecánica celeste contemporánea que necesitan criterios especiales para derivarlos de teorías ortodoxas, aún cuando en principio este sea el caso. Hay también criterios de confiabilidad asociados con áreas de investigaciones tales como la espectroscopía, la fotometría, o la física de partículas. Esto contribuye a la emergencia del realismo de entidades en la investigación astronómica, y algunas veces del realismo acerca de leyes.

Dependencia de pocos parámetros. Algunos descubrimientos son fuertemente dependientes de unos pocos parámetros. La constante de Hubble es un buen ejemplo. La búsqueda de constantes en astronomía es un tópico muy complejo. Algunos parámetros hacen de columnas centrales en la arquitectura de la imagen del cosmos. Otros juegan un rol secundario. Ha sido un punto de vista ortodoxo entre los astrónomos que, por ejemplo, la cosmología depende de pocos parámetros. Los ejercicios de numerología no son muy bien vistos, aún cuando hubo excepciones como P.Dirac, A.Eddington, y otros. Pero en cualquier caso, algunas restricciones numéricas en la observación ayudan a ajustar patrones dentro de los modelos. Frecuentemente ellos ponen fuertes restricciones sobre los modelos subsiguientes.No debemos olvidar que en astronomía hay muchos modelos con parámetros libres.

La importancia de las escuelas de pensamiento. En casos como las discusiones sobre los modelos de Big Bang versus los modelos del estado estacionario, las escuelas de pensamiento fueron decisivas en la conceptualización de algunos descubrimientos. Esto sucedió, por ejemplo, en el descubrimiento de la expansión del universo. Hoy algo similar está sucediendo con los modelos de universo temprano. Diferentes escuelas de física teórica se disputan la prioridad de una buena imagen de los descubrimientos observacionales como la radiación cósmica de fondo, consecuencias observacionales de los modelos inflacionarios, y temas afines.

Cuestiones sociológicas. Un punto sociológico importante para colocar algunos descubrimientos en contexto es la presencia de la tecnología en el diseño de intrumentos que proviene de aplicaciones militares. Esta tecnología dual ha jugado roles importantes en áreas de investigación como la estabilización giroscópica de los satélites en órbita. Es muy difícil desde afuera conocer la importancia y las dimensiones de la información clasificada, y las dependencias tecnológicas en ciertas investigaciones astronómicas, especialmente algunas relacionadas con nuestra vecindad en el sistema solar. Otro aspecto sociológico de considerable interés para analizar la actividad intersubjetiva e intercultural en astronomía es la existencia de lo que, en mi opinión, es la más robusta comunidad institucional internacional, en comparación con otras comunidades científicas: la Unión Astronómica Internacional. Esta asociación constituye un excelente marco para estudiar los efectos de los enfoques globales sobre el descubrimiento. El modo en que la información se transmite y decodifica a través de diferentes instituciones en el mundo es un notable ejemplo de cooperación y visión integrada, a pesar de pertenecer en muchos casos a comunidades culturales muy separadas. En algunas zonas híbridas de la astronomía, como la astronomía de neutrinos, esta práctica atraviesa también las fronteras de la física. Resultados relativamente recientes en Kamiokande, Japón, acerca de neutrinos, fueron analizados y confrontados con resultados americanos con un impresionante acuerdo interpretativo. Hace algunos años esta interacción comenzó con la supernova 1987 A, que fue descubierta en Chile. Fue una excelente oportunidad para estudiar los modelos de flujo de neutrinos y tópicos relacionados.

Tópicos de la filosofía de la ciencia. Próxima al análisis de los filósofos de la ciencia, la práctica astronómica muestra el uso de contrafácticos, paradojas, grados de incerteza, una variedad de puntos de vista acerca de la confirmación científica, y enfoques muy especiales acerca del refutacionismo. Todos estos tópicos tienen relación de un modo u otro con el descubrimiento. Por otra parte, hay una tensión llamativa entre ideas de considerable generalidad y mediciones de altísima precisión. En ningún área de la ciencia,en mi opinión, esta tensión alcanza semejante contraste dentro de la red conceptual entre predicción y explicación, o en otros términos, entre especulación y observaciones de alta precisión. El ejemplo citado antes de los resultados del satélite COBE es impactante al respecto. Sería interesante estudiar la historia de la astronomía a partir de la tensión entre estos ámbitos de la disciplina. Kuhn ha hecho algo en este sentido, pero la astronomía del siglo XX todavía merece un tratamiento adecuado, y el mismo está faltando. Estamos en el comienzo de la obtención de una buena imagen de la historia de la astrofísica y la cosmología en este siglo. Por supuesto, hay muchos astrónomos que tienen una excelente cultura en un amplio sector de la investigación astronómica, pero pienso en la necesidad de una historia mucho más completa, sensible a los enfoques metodológicos de los historiadores y filósofos de la ciencia.

El descubrimiento como resolución de problemas. Podemos tomar también al descubrimiento desde la perspectiva de la actividad de resolución de problemas. Esta es una vieja línea de investigación en filosofía de la ciencia, con representantes

destacados como Herbert Simon o Larry Laudan, entre otros. Lo que intento sugerir es que esta estrategia, muy próxima al descubrimiento en astronomía, es tomada por astrónomos destacados para ubicar a grandes e importantes problemas no resueltos como guía heurística. En este sentido es una especie de visión prospectivista del descubrimiento, o un enfoque acerca de lo que puede ser importante descubrir. En mi conocimiento, la más clara exposición que existe a la fecha sobre problemas no resueltos en astrofísica y algunas áreas de la cosmología es la compilación de John Bahcall y Jeremiah Ostriker citada en la bibliografía. La selección refleja un profundo marco cultural de fondo en la mayoría de las áreas de la investigación astronómica. Podríamos decir que hay allí una lista adicional de campos potenciales de descubrimientos importantes, expuesta como actiividad de resolución de problemas. Mencionemos sólo un pequeño manojo de preguntas importantes. ¿Cuáles son los parámetros más importantes en el universo? ¿Por qué y cómo los medimos? ¿Qué puede la inflación decirnos acerca del universo temprano? ¿Cómo podemos testearla? ¿Cómo podemos conseguir una buena combinación bayesiana de mediciones incompatibles? ¿Cuál es el lugar en astronomía de los métodos estadísticos globales? ¿Cuál es la estructura en gran escala del universo? ¿Podemos observar la materia oscura? ¿Cuántas nuevas áreas de investigación están relacionadas con las lentes gravitacionales? ¿Cuál es el estatus científico de la simulación numérica en cosmología? ¿Cómo podemos conocer mejor el centro de las galaxias elípticas? ¿Qué resta por conocer acerca de la evolución morfológica de las galaxias? ¿Conocemos suficiente acerca de los cuásares? ¿Cuáles son los problemas no resueltos acerca de los neutrinos solares? ¿Qué modelos de partículas serían adecuados para la materia oscura? ¿Cuáles son los problemas no resueltos más relevantes en astronomía estelar? ¿Qué podemos seguir aprendiendo de las supernovas? ¿Cuál es el estado de la materia en las estrellas de neutrones? ¿Qué conocemos acerca de las vecindades de los agujeros negros? ¿Cuál es un buen modelo para los rayos cósmicos de alta energía? ¿Cómo podemos entender las erupciones de rayos gama? La lista de preguntas puede extenderse tanto como sea de nuestro agrado, dependiendo naturalmente del sector de investigación astronómica involucrado. Hay una jerarquía de problemas en cada área de la investigación astronómica, desde pequeños meteoritos hasta las propiedades globales del universo.

Consideraciones finales. El contexto de descubrimiento en astronomía está impregnado de las imágenes científicas provenientes de esta disciplina. En este sentido, a mi modo de ver, la pregunta importante para la filosofía de la ciencia es: ¿cómo afecta nuestra imagen científica del cosmos la filosofía terráquea de la ciencia? ¿Cuál es el precio filosófico que pagamos por la falta de una adecuada cultura cosmológica? Me permito, al respecto, citar una reflexión de un trabajo anterior, "... La tradición ha impuesto un estilo de pensamiento en torno a la astronomía observacional que muestra al universo como un mar de accidentes e irregularidades cuya descripción no parece más relevante filosóficamente que la descripción de plantas y arbustos en una tierra desconocida. Algo parecido al mundo sublunar de los griegos. Pero quizás nuestra búsqueda de leyes y regularidades refleja una herencia clásica que nos impide el

ejercicio de la especulación filosófica en torno a entidades teóricas bastante atípicas e insignificantes indirectamente asociadas a procedimientos observacionales. Así como el giro lingüístico ha influenciado a la filosofía de la ciencia, parece razonable pensar que un pequeño giro cosmológico puede afectar sensiblemente ciertos contextos epistemológicos. De hecho esto está sucediendo en cuestiones de epistemología naturalizada y evolucionista, en los límites físicos de los procesos de cómputo, y en el análisis de procesos con un origen y una orientación temporal, para citar algunos ejemplos. Si esta tendencia se acentúa, puede pronosticarse que variantes de holismo contemporáneo irán cediendo paso a arquitecturas cognitivas globales, pero con capacidad de predicción y con sensibilidad por un fisicalismo de corte global; aunque esto en realidad no es avanzar demasiado epistemológicamente, ya que el aumento en la eficacia de la predicción continúa en estas variantes conceptuales igualmente enigmático."[1]

Quizás la única lección global que la historia de esta disciplina sugiere, desde la óptica de este trabajo, es una sutil trama entre heurísticas, descubrimientos y creatividad, que puede ser ilustrado, de modo algo caricaturesco, con la siguiente expresión:[2]

En astronomía, el descubrimiento es independiente de la distancia. La creatividad es proporcional a la distancia.

## BIBLIOGRAFIA SELECCIONADA

El material que sirvió de base para este trabajo es realmente abundante dado que estas reflexiones son producto de una exploración epistemológica e histórica de la disciplina llevada a cabo durante un período de tiempo relativamente extenso. La principal fuente de información ha sido la biblioteca del Observatorio Astronómico de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina; como así también su base de datos.

Algunos libros importantes usados han sido:

BAHCALL, J. *Astronomy and Astrophysics Survey Committee: The Decade of Discovery in Astronomy and Astrophysics*, National Academy of Sciences, USA. Washington, D.C.: National Academy Press, 1991.

BAHCALL, J. & OSTRIKER, J. (eds.) *Unsolved Problems in Astrophysics*. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1995.

KRAGH, H. *Cosmology and Controversy*, The Historical Development of Two Theories of the Universe. Princeton: Princeton Univ. Press, 1996.

[1]Rodriguez, V. Cosmología y Filosofía de la Ciencia: una extraña alianza. Public. en Velasco M., Saal A. (eds.): Epistemología e Historia del la Ciencia, Selección de Trabajos de las VI Jornadas, Fac. de Filosofía y Hum. Univ. Nac. de Córdoba, Córdoba, 1996.

[2]Rodriguez, V. Remarks on Discovery in Astronomy in the XX Century. International Congress on Discovery and Creativity, Ghent University, Belgica, May 14-16, 1998.

LEVERINGTON, D. *A History of Astronomy from 1890 to the Present*. 2. ed. London: Springer Verlag, 1996.
PEEBLES, P. J. *Principles of Physical Cosmology*. Princeton: Princeton Univ. Press, 1993.

Se ha usado material de HYPERLINK mailto:NASANews@hq.nasa.gov _NASANews@hq.nasa.gov_ y también la serie de Reprints de NASA con los resultados del satélite COBE.

# UMA OUTRA HISTÓRIA SOBRE O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DA SÍNTESE EVOLUTIVA

***Maria Lúcia Castagna Wortmann****

SMOCOVITIS, Vasssiliki Betty. Unifying Biology. *The Evolutionary Synthesis and Evolutionary Biology.* New Jersey: Princeton, 1996, 230 p. (ISBN 0-691-033343-9)

O livro, de Vassiliki Betty Smocovitis, dedicado aos biólogos e "arquitetos" da síntese evolutiva Ernst Mayr e William Provine, traz em sua capa uma pintura de William Blake, datada de 1807, denominada *Fall of Man,* que representa Adão e Eva sendo expulsos do "paraíso terrestre". Essa representação, discutida pela autora no primeiro capítulo desse livro, e retomada no *Epilogue*, é usada para marcar, juntamente com excertos introdutórios retirados da literatura – os textos *The Palace of Desire, The Cairo Trilogy II*, de Naguib Mahfouz e *The Last Temptation of Christ* de Nikos Kazantzakis – essa explicação religiosa sobre a origem do "homem" persistentemente adotada no mundo ocidental. Aliás, a autora vale-se, freqüentemente, do "chamamento" ao pensamento de autores (Heraclitus, William Provine, George Sarton, Ernst Mayr, Susanne Langer, Jean François Lyotard, Stephen Greenblatt, Patrick Geddes e Arthur Tomson, entre outros), como um importante recurso para definir as temáticas que irá discutir em cada um dos sete capítulos em que desenvolve seu estudo. Smocovitis, uma egípcia filha de pais gregos, que fez seus estudos na University of Western Ontario e na Cornell University e que atualmente é *Professor Assistant of the History of Science* no *Department of History of Science* da *University of Florida*, foi "tocada" pela teoria sócio-política do multiculturalismo, mesmo que não faça dessa teorização sua "profissão de fé".

Identificada pelo professor Ian Hacking como uma historiadora das Ciências da Vida, em uma das Mesas-Redondas em que participaram juntos no Simpósio "Fim de Século/Novo Milênio – Ciência e Tecnologia: explorando novas dimensões conceituais", realizado em outubro de 1999, em Porto Alegre, RS, ela nos informou interessar-se, igualmente, pela Filosofia e a Sociologia das Ciências Biológicas no século XX. Foram esses interesses – que germinaram após ela ter participado, em 1982, na Cornell University, de um seminário de História e Filosofia da Ciência organizado por William B.Provine – que a conduziram a empreender a tarefa de desenvolver o estudo que resultou nesse livro. Nele ela conta, ou melhor, reconta, a história da emergência da síntese evolutiva (que refere ser um dos mais enigmáticos episódios

*Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. / Grupo Interdisciplinar de Filosofia e História das Ciências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Pesquisadora do CNPq. *E-mail*: wortmann@zaz.com.br

da história da Biologia) e analisa como esse episódio se associou ao processo de "unificação da Biologia", empenhando-se em considerar os instigantes aportes introduzidos pelos Estudos de Ciência e os Estudos Culturais.

A autora ocupa-se com a história da constituição da síntese evolutiva nos anos 30 e 40 do século XX – momento em que se processou a convergência de diferentes pontos de vista em direção à unificação de um sistema lógico de pensamento – um projeto que, segundo a autora, assumiu fortemente a intenção iluminista de unificação dos ramos do conhecimento e que estendeu esses esforços à Biologia, a mais heterogênea de todas as ciências. Mas a autora não se detém nesse período, nem nesse processo, embora suas considerações sobre ele se estendam por grande parte do longo e central Capítulo 5, denominado *The narrative of Unifying Biology*. Seu estudo avança até o final dos anos da década de 80, quando os debates entre os biólogos "pós-síntese" tornaram a colocar em relevo questões não resolvidas pela teoria "sintética da evolução" e a enfatizar pontos sobre os quais havia divergências.

É importante ressaltar o modo como a autora nos conta essa história, colocando em destaque o caráter contextual da ciência e o poder que as narrativas têm para dar coerência a projetos científicos e intelectuais: ela refere e analisa uma multiplicidade de textos, artigos, manuais e livros publicados ao longo de todo esse período, bem como identifica e segue as "pistas" de discussões travadas em eventos, seminários e conferências. Também transita nos processos de criação de sociedades científicas e trata de questões relativas aos financiamentos das investigações, circulando em temas e abordando problemas, usualmente não focalizados em histórias sobre a atividade científica centradas na dimensão "cognitiva/epistemológica". Mas a autora igualmente circula nas discussões conduzidas sobre as relações entre a Física e a Biologia, nas questões que conduziram ao declínio da História Natural, nas tentativas de estabelecimento de modelos matemáticos para o campo da "sistemática-naturalista", de quantificação da evolução, de mensuração da seleção natural, etc. E é, dessa forma, que ela integra à sua história os nomes de Julian Huxley, Theodosius Dobzhansky, J.H.Woodger, Ernst Mayr, G.G.Simpson, Conrad Waddington, Richard C. Lewontin, William B.Provine, G.Ledyard Stebbins, Sewall Wright, Conrad H. Waddington, Stephen Jay Gould, Dudley Shapere, Edward O. Wilson, Richard Dawkins, Paul Weiss, Douglas J. Futuyma e Motoo Kimura, entre outros protagonistas das ações que a autora discute ao examinar detalhadamente o processo em que se deu o enquadramento disciplinar da Biologia Evolutiva.

Antes disso, no entanto, no Capítulo 4, a autora se detém na discussão dos redirecionamentos, e problemas, que a adoção de aportes investigativos ligados ao que ela refere como "a virada contextual" trouxeram à História da Ciência. Transita em muitas "versões" do contextualismo, detendo-se no trabalho de Simon Schaffer e Steve Shapin *Leviathan and the Air-Pump,* além de comentar os estudos de Bruno Latour, Andrew Pickering, Mario Biagioli, Misia Landau e Donna Haraway. Destaca como a "nova história cultural" e as etnografias pós-modernas, que põem em destaque o papel construtivo dos discursos e das narrativas, são assumidas nesses trabalhos e,

para ampliar ainda mais essa discussão, exemplifica como os contextualistas têm focalizado os chamados "estudos darwinianos" – eles não buscam marcar que Darwin foi um "produto de sua época"; antes, se ocupam em discutir como se construiu a compreensão de que ele estava à frente de sua época.

No Capítulo 6, denominado *Reproblematizing the Evolutionary Synthesis,* Smocovitis, retoma alguns pontos que lhe pareceram não terem sido suficientemente esclarecidos nos capítulos anteriores como os que dizem respeito a discutir se disciplinas como a Microbiologia, a Embriologia e a Fisiologia (no período de emergência da síntese) e, posteriormente, a Ecologia foram, ou não, "incorporadas" na propalada "unificação" da Biologia. A autora salienta que a exclusão, ou não, de disciplinas e de seus praticantes dessa "unificação", depende do ponto de vista assumido pelo analista/observador e que, nesse sentido, essa busca de unificação não deve ser tomada como um fim, mas como um processo. Na perspectiva teórica que assume, o que lhe parece ser, então, importante discutir é a dimensão em que essa "unificação" da Biologia se processou. Como a própria autora ressalta, o que efetivamente emergiu desse processo de "unificação da Biologia" foi uma visão de mundo evolutiva, uma cosmologia e uma poética *weltanschauung,* que preencheu um projeto intelectual que começou com as muitas origens da narrativa da ciência na cultura ocidental.

Muitas qualidades podem ser ressaltadas nesse texto da professora Vassiliki B. Smocovitis para recomendar à sua leitura. O estudo que conduziu sobre a emergência, a unificação e a maturação da Biologia, a partir do evento histórico da "síntese evolutiva", é extenso, cuidadoso, detalhado, extremamente rico em informações e, ao mesmo tempo, pedagógico. Seu texto nos esclarece, constantemente, acerca das opções que assumiu ao desenvolvê-lo. Além disso, ela nos fornece amplas e detalhadas informações sobre tudo aquilo a que faz referência no texto: investigações que consultou; trabalhos similares ao seu, ou em que se apoiou para fazer suas considerações; textos que permitam aos leitores e leitoras ampliarem seus conhecimentos sobre os temas, eventos, ou circunstâncias que está focalizando etc. Cabe assim, então, atentar, para a riqueza das informações contidas nas notas de rodapé e, também, para a criteriosa seleção por temáticas que a autora adotou para fazer a apresentação da Bibliografia. Certamente este texto é uma leitura importante para os estudiosos de "evolução", mas ele é igualmente necessário e produtivo para quem está interessado em desenvolver estudos históricos que discutam a ciência como uma cultura, dotada de linguagem, rituais, textos e práticas próprias. Como não me é possível abranger neste breve comentário as múltiplas contribuições que a autora nos dá nessa direção e, nem, tampouco, cobrir os inúmeros questionamentos que ela faz sobre o tema que discute convido, mais uma vez, os leitores e leitoras de *Episteme* a realizarem a leitura de seu livro.

# CIÊNCIA E VALORES: RETOMANDO O FÔLEGO DA QUESTÃO

*Anna Carolina K. P. Regner**

LACEY, Hugh. *Is Science Value Free? Values and Scientific Understanding* Routledge: London & New Yourk, 1999. 285 p. (ISBN 0-415-20820-3)

Acostumados a habitar o espaço aberto e consolidado pela ciência moderna, cujas raízes remontam a Francis Bacon, René Descartes e Galileu Galilei, os particulares valores de ordem metafísica e social que modelaram aquele espaço 'naturalizaram-se' a tal ponto que 'esquecemos' estarem as estratégias de pesquisa nele desenvolvidas necessariamente vinculadas àqueles valores. Hugh Lacey recoloca essa questão beneficiando seus leitores com um exame exame claro, perspicaz, altamente informativo e crítico da relação entre ciências e valores, bem como com uma detalhada análise de cada um dos termos dessa relação, contribuindo tanto a uma filosofia analítica da ciência e dos valores, quanto a uma reflexão moral sobre o lugar da ciência na sociedade contemporânea.

Em seu Capítulo 1, Lacey introduz sua análise desdobrando a questão usualmente posta em termos da 'neutralidade' ou não da ciência em três componentes centrais: 'imparcialidade', quanto à avaliação e aceitabilidade das teorias, tendo em vista valores cognitivos tais como adequação empírica, consistência, poder explicativo e preditivo; 'neutralidade', quanto às suas conseqüências e aplicação de seus resultados; e 'autonomia', quanto às estratégias de pesquisa e condições institucionais para seu desenvolvimento. Algumas teses provisórias sobre a 'imparcialidade', a 'neutralidade' e a 'autonomia' são estabelecidas em seu Capítulo 4, as quais serão revisadas no Capítulo 10, após trabalhada a visão do que está em jogo quando nos referimos a 'valores' e a 'ciência'. A 'imparcialidade' é o elemento mais básico e aquele do qual os outros dois dependem, podendo e devendo ser mantida, enquanto entendida em termos de viabilizar uma comparação crítica do grau em que uma dada teoria manifesta seus 'valores cognitivos' face a abordagens alternativas. Uma vez que a experiência se mostrará conformada pelas estratégias de pesquisa adotadas e pelas teorias então produzidas, a comparação crítica de diferentes alternativas torna-se necessária à avaliação da aceitabilidade das teorias quanto a seu desempenho explicativo.

'Ciência', adverte o autor, não deve ser identificada com suas teorias, cujo caráter não será suficientemente apreendido se as abstrairmos dos processos de sua produção, teste, avaliação, reprodução e transformação, os quais ocorrem no âmbito de 'práticas científicas', configuradas pelas estratégias adotadas, inseridas em uma

*Departamento de Filosofia do IFCH/UFRGS e do PPG em Psicologia Social e Institucional/UFRGS. Coordenadora do GIFHC do ILEA/UFRGS. *E-mail:* aregner@portoweb.com.br

gama mais ampla de valores e levando a marca dos interesses e valores que orientam as instituições dentro das quais são conduzidas. De um modo geral, podemos caracterizar a ciência como 'investigação empírica sistemática', compreendendo duas idéias, as quais, segundo o autor, são e devem ser consideradas separadamente (Capítulo 5): as *explicações dos fenômenos*, incluindo as possibilidades explicativas contidas em seus domínios, e as *diferentes abordagens empregadas na busca de tais explicações*, sendo cada abordagem definida pela adoção de estratégias particulares, orientando linhas de pesquisa, determinando objetos e problemas em um dado quadro de valores morais e sociais. Mas, no que concerne à avaliação da aceitabilidade das teorias quanto à sua adequação empírica e poder explicativo, os valores em pauta são e devem ser, segundo o autor, estritamente 'cognitivos', devendo, pois, ser possível distinguir os valores cognitivos de 'outros valores'.

Lacey dedica os Capítulos 2 e 3, respectivamente, à questão dos 'valores' em geral e dos 'valores cognitivos', em particular. A análise oferecida estabelece finas distinções entre os vários tipos de valores (p. ex.: pessoais, morais, institucionais, sociais, estéticos, cognitivos) e suas articulações em complexos de valores que se expressam em nossas práticas e em nossos discursos. Há uma íntima relação entre os valores articulados e encorajados pelas instituições dominantes em uma sociedade e os valores pessoais que através delas se articulam e nelas se corporificam. À base de nossos complexos de valores há uma dada visão da natureza humana e daquilo que leva à sua plena realização. A escolha entre diferentes complexos é influenciada por fatores tais como família, classe social, formação religiosa e não apenas 'peso de razões'. Na busca de equilíbrio entre o institucional, o social, e o complexo de valores pessoais, diferentes caminhos podem ser trilhados e muitas vezes mesclados: 'ajuste', 'resignação', marginalidade criadora', 'busca de poder', 'transformação desde as bases' – gerando diferentes engajamentos em diferentes práticas sociais Contemporaneamente, assinala Lacey, 'ajuste' e 'resignação' são os mais comuns. Uma certa diferença entre os valores pessoalmente sustentados em uma sociedade pode ser essencial à defesa da liberdade humana e ao delineamento do horizonte de possibilidades para a realização humana.

'Valores cognitivos' são características de crenças que julgamos racionalmente aceitáveis e de teorias que julgamos solidamente aceitas. Nossas ações realizam o que desejamos alcançar, dado o quadro de valores que assumimos e a crença de que a ação praticada realizará o que desejamos. Em que pese a diversificada gama de fatores (incluindo os não-racionais) que causam nossas crenças, parte do sucesso na realização dos valores que adotamos depende da adequação, à luz do ideal de verdade, de nossas crenças sobre o modo de concretizá-los. Crenças manifestas como sustentáveis e consolidadas face a valores cognitivos são freqüentemente chamadas de 'conhecimento'. 'Valores cognitivos' são, pois, uma parte essencial do complexo total de valores que se adote e, para alguns, essa é a parte mais importante dessa análise. Mas nem todos os valores que conduzem a atividade científica são cognitivos. A questão é complexa. Lacey chama a atenção para o fato de que os juízos do grau de

aceitabilidade de uma crença ou teoria são determinados pelo ideal de verdade, mas que não temos outro indicador de verdade além da aceitabilidade racional. E o que é que determina o que seja 'aceitabilidade racional'? Pode-se encontrar essa determinação independentemente da dinâmica própria a esse complexo de valores, que inclui não apenas valores cognitivos? Valores cognitivos, diz-nos Lacey, também podem ser corporificados em instituições sociais e nem todas as crenças que orientam nossas ações exibem todos os valores cognitivos em seu mais alto grau, seja porque tais valores não estejam disponíveis, seja porque os valores que queremos realizar são possibilidades (ainda) não-realizadas. Além disso, Lacey assinala que, freqüentemente, há desacordo sobre quais sejam os valores cognitivos e como classificá-los, ou sobre como aplicá-los, sobre quais sejam as 'regras' para julgar que teorias são aceitáveis – o que explica por que a resolução entre crenças conflitantes não consiste meramente no seu detalhado escrutínio e se reflete nas diferentes 'filosofias da ciência'.

Como, então manter a desejada distinção entre os valores cognitivos e os demais valores, a fim de estabelecer a 'imparcialidade' como um valor a ser cultivado? A idéia de 'imparcialidade' não precisa incluir a de que as relações relevantes entre teoria e dados sejam refletidas em regras universalmente admitidas. Antes, trata-se de especificá-la em termos do modo como os valores cognitivos apropriados devem ser adequadamente manifestos nas teorias. Para que atributos de teorias sejam identificados como valores cognitivos, devem satisfazer duas condições de caráter prático: (a) explicarem as escolhas teóricas que de fato ocorrem na prática científica e (b) serem defensáveis à luz de considerações feitas a partir de teorias gerais do conhecimento, teorias evolucionário-naturalistas e psicológico-cognitivas sobre a aquisição e avaliação do conhecimento, argumentos sobre a possibilidade ou impossibilidade da manifestação concreta do critério teoricamente proposto e do fato de servirem (ou não) aos objetivos da ciência. Os valores cognitivos apropriados devem ser adequadamente manifestos nas teorias. A adequação da manifestação dos valores cognitivos numa dada teoria, do modo como classificá-los e interpretá-los são matéria de controvérsia racional, aberta ao diálogo no interior de uma dada comunidade científica e entre comunidades de investigação relevantes, e, em princípio, a uma resolução 'objetiva'. Comumente, uma lista desses valores inclui, com desdobramentos cuidadosamente analisados por Lacey, critérios referentes a 'testabilidade', consistência interna, poder explicativo posto em termos de 'abrangência comparativa', 'força comparativa localizada', 'comparação com as teorias mais seguramente estabelecidas' e capacidade da teoria para 'responder a criticismos' – devendo o grau de valores cognitivos exibidos pela teoria que está sendo avaliada ser medido 'contra' o desempenho de suas rivais, o que leva à atenção ao contexto social da pesquisa, às condições materiais e sociais disponíveis e aos valores daqueles que participam da pesquisa.

A modificação dos valores cognitivos a adotar pode ser facilitada ou dificultada pelos valores corporificados nas instituições sociais. Uma mudança fundamental dos valores cognitivos em uma tradição de investigação requer o acompanhamento de uma mudança fundamental das instituições que sustentam a investigação e de suas

práticas de escolha entre teorias, sujeitas ao momento histórico-cultural, classe social e pano-de-fundo da formação pessoal. A necessária inserção social da ciência não impede, segundo Lacey, a confrontação crítica entre alternativas desenvolvidas e articuladas, perfiladas contra o horizonte do ideal de verdade – ponto que vê obscurecido em algumas discussões recentes sobre multiculturalismo e diversidade, o que, paradoxalmente, também obscurece uma crítica ao privilégio epistêmico que tem sido dado à ciência moderna e a certos modos de discurso filosófico, histórico e político. A exemplaridade da ciência moderna e de suas estratégias fica protegida da crítica. Isso leva ao exame realizado no Capítulo 5 sobre o papel das estratégias na investigação. O objetivo geral da ciência de entender os fenômenos pode ser formulado de diferentes maneiras, conforme a moldura estratégica em que se encontre e na qual se define o que sejam objetos e fenômenos naturais, dessa definição dependendo a resposta ao por quê são assim e a quais sejam suas possibilidades de realização – respostas que tomarão diferentes formas e refletirão diferentes interesses.

O 'entender' também pode tomar diferentes formas. Sua versão dominante encontra respaldo numa visão tanto metafísica, quanto epistemológica e metodológica, que podemos remontar às revoluções baconiana e galilaica, apontando a valores que excedem o âmbito dos valores meramente cognitivos: o mundo são os fatos da natureza, como uma totalidade espaço-temporal plenamente caracterizável e explicável pela sua 'ordem (estruturas, processos e leis) subjacente', sendo todos os objetos submetidos a essa ordem plenamente caracterizáveis, na sua 'descoberta', em termos quantitativos, despidos de qualquer relação essencial com a vida e práticas humanas e, assim, despidos de qualquer relação com valores. Concretamente, trata-se de usar apenas conceitos quantitativos e materialistas para designarem propriedades dos objetos materiais *qua* objetos materiais, determinando o que Lacey chama de 'estratégias materialistas' de pesquisa, segundo as quais os dados empíricos selecionados e coletados são abstraídos dos contextos humanos de investigação. Sob as 'estratégias materialistas', o entendimento produzido resulta ser da mais ampla abrangência experimental e tecnológica, abstraindo de outras possíveis propriedades e relações que os objetos dados naquela totalidade espaço-temporal possam apresentar. É um entendimento abrangente, mas não pleno, porque não esgota todas as possibilidades que possam estar involucradas nos objetos quando investigados sob outros modos de vê-los. A visão de ciência presente nas 'estratégias materialistas' trouxe algumas conseqüências metaéticas, como a de que os valores representam fenômenos subjetivos, em contraste com a objetividade dos fenômenos do mundo, e estabeleceu uma distinção lógica entre 'juízos de valor' e 'juízos de fato'. Curiosamente, porém, o sucesso das 'estratégias materialistas' não pode ser desvinculado do valores sociais modernos de controle da natureza (com extremada confiança nos resultados tecnológicos) e de expansão de nossa capacidade para exercê-lo sobre os objetos – ambos fatores reforçam-se mutuamente, como mostrado no Capítulo 6.

Mas, já em seu Capítulo 5, Lacey assinala que a investigação empírica sistemática não precisa ser conduzida exclusivamente sob estratégias materialistas e

que estratégias alternativas só podem ser descartadas à luz de seus resultados. As possibilidades dos objetos identificadas pelas 'estratégias materialistas' não esgotam as possibilidades permitidas pelo espaço da nossa experiência e seus arranjos fenomênicos; não cobrem, por exemplo, aqueles casos em que devemos considerar as conseqüências sociais e ecológicas dos processos que se dão nos espaços materiais. Estratégias alternativas à visão dominante podem dar igualmente conta das possibilidades espaciais materiais e das condições humanas e sociais que também habitam o espaço de nossa experiência e que podem estar aí ocultas pela dominância das 'estratégias materialistas'. Em relação às últimas, estratégias alternativas encerram um conteúdo crítico positivo, explicitamente informado por valores sociais, questionando se a ciência moderna é genuinamente livre de contexto e se, em geral, podem as possibilidades materiais dos espaços serem exploradas e mapeadas quando dos arranjos fenomênicos se abstraem as práticas sociais que dão forma a esses espaços. O argumento de que as estratégias materialistas são as únicas disponíveis não será neutro, enfatiza Lacey, se a ausência de alternativa resultar da prévia (não-discutida) negação das condições que permitiriam seu desenvolvimento. A isso acrescente-se: podem os méritos das estratégias materialistas e dos resultados que produzem serem 'imparcialmente' avaliados, quando nossas instituições não favorecem espaço para o desenvolvimento de estratégias alternativas, as quais ofereceriam condições para a comparação crítica pedida pela própria 'imparcialidade'?

Se o objetivo da ciência é entender o 'nosso mundo', o mundo que experienciamos, não podemos esquecer que esse mundo tem sido historicamente moldado segundo valores sociais e que a maioria de seus objetos trazem a marca da história humana, sendo, portanto, simultaneamente, objetos de um entendimento materialista e de valor social. Lacey explora a questão das relações entre 'o mundo' e 'os mundos científicos', enquanto envolvem a questão de como passar de um mundo científico a outro mundo científico, a partir da visão kuhniana sobre a atividade científica em diferentes 'mundos', dedicando seu Capítulo 7 a essa análise. Segundo Lacey, as estratégias delimitam o tipo de teoria a ser considerada e a busca selecionada de dados empíricos, só admitindo, por exemplo, teorias construídas com o vocabulário especializado do léxico escolhido e dados selecionados segundo tais categorias teoréticas, a fim de avaliar o quanto essas teorias manifestam os valores cognitivos. Como mostra Kuhn, não há 'léxico observacional' independente. Não se pode, pois, pretender resolver, à base de dados empíricos, questões de escolha de teorias envolvendo diferentes estratégias. E por que se escolhe uma dada estratégia? Contestando a resposta de Kuhn, centrada na 'fertilidade' das estratégias (sua capacidade de gerar teorias que manifestem, em mais alto grau, à luz de seus dados empíricos, valores cognitivos), Lacey argumenta que escolhemos estratégias não apenas pela sua 'fertilidade' mas também por sua 'significância' com relação a valores que julgamos deverem pautar a experiência humana – não temos como apreender objetos de 'o mundo', a não ser que também façam parte de nosso mundo. Kuhn tratou dos 'mundos científicos', mas não dos 'sociais'. Lacey pretende suprir essa lacuna levando em

consideração, entre outras coisas, um dado inescusável nas avaliações da atividade científica: suas aplicações, as quais remetem a condições e efeitos encontrados no mundo social e valores nele corporificados. As condições de realização das possibilidades identificadas sob uma estratégia incluem estruturas sociais que corporificam esses valores – ponto que pode ser obscurecido quando os valores sociais parecem 'naturais', por parecem tão 'óbvios' ou, como no caso da utilidade baconiana, fazerem parte do profundo auto-entendimento de uma cultura.

A questão da credibilidade cognitiva de outras abordagens com relação à inquirição empírica sistemática e a quadros afinados com outros valores de realização humana é tratada nos Capítulos 8 e 9, onde Lacey explora estratégias delineadas nas abordagens dos 'movimentos de base nos países do terceiro mundo' e do 'feminismo'. Para tratar da perspectiva trazida por esses 'movimentos de base', Lacey examina primeiro diferentes noções de 'desenvolvimento' e 'tecnologia': 'desenvolvimento modernizador', característico do ponto de vista hegemônico e acoplado com a noção de 'tecnologia avançada', e 'desenvolvimento autêntico', mapeado empiricamente e teorizado em termos de noções tais como opressão e dependência, ganhando definição através da ação e organização política e social, como a que se tem estruturado nos movimentos sociais de base da América Latina, e relacionado com a noção de 'tecnologia apropriada', freqüentemente envolvendo a interação de conhecimento 'técnico' e 'local'. A adoção de uma ou outra perspectiva gera diferentes questões condutoras de pesquisa. Ao invés de perguntar: "como podemos maximizar a produção de alimentos sob condições materiais 'ótimas'?", a "tecnologia apropriada' pergunta: "como podemos produzir alimento de modo que todas as pessoas de uma dada região venham a ter acesso a uma dieta bem balançada?" Tal como 'progresso', 'liberdade' e 'democracia', 'desenvolvimento' faz parte do léxico da legitimação, cujos termos fundamentais derivam da complexa interação de ideais morais, ideais concretamente corporificados em estratégias, instituições, processos e políticas postas em ação, e idealizações teóricas. Aqueles que contestam os valores sociais das instituições que lideram os projetos de 'desenvolvimento modernizador' os vêem antes como causas do que como soluções à vasta miséria experienciada pelos pobres. Essa é a base de sua rejeição aos modernos valores de controle. Ao invés, buscam formas de entendimento que permitam identificar possibilidades de uma transformação social que sirva às suas idéias comunitárias de realização humana e expansão de valores tais como cooperação, participação, responsabilidade com as gerações futuras, solidariedade, auto-confiança, respeito pela natureza e uma unidade dialética entre meios e fins, concretizados na busca de mecanismos efetivamente participativos e não meramente formais.

Lacey defende a tese de que os projetos contestadores devem ser informados pelo entendimento, por formas de entendimento empírico sistemático (entendimento científico). Como exemplo, esse ponto é elaborado através do exame das várias formas de conduzir a pesquisa sobre sementes, com o objetivo adicional de mostrar como a investigação conduzida sob as 'estratégias materialistas' – aplicando

conhecimento científico básico de física, química, genética, bioquímica, etc. – não produz produtos teoréticos 'neutros'. Tal investigação é tipicamente conhecida como 'revolução verde' e seus sucessores biotecnólogicos, os mais avançados defensores dos modernos valores de controle, as quais transformam a semente num bem de mercado, tendência avançada pela revolução biotecnlógica, através do uso de patentes e direito de propriedade intelectual. A 'revolução verde' não é neutra, é criticável em termos de sua significância social e, mesmo face às suas credenciais cognitivas, não podemos dizer que realiza plenamente os valores cognitivos, caso sua aceitação leve a afirmar que não há outras possíveis estratégias de pesquisa. Do ponto de vista empírico, há registro de que as práticas desenvolvimentistas correntes estão falhando em satisfazer as necessidades básicas, cultivar as capacidades humanas e respeitar os direitos humanos de um vasto número de pobres, enquanto há evidências de que, pelo menos sob algumas condições culturais e em alguns locais, práticas agroecológicas e socialmente fortalecedoras são potencialmente sustentáveis. Diante da dessa controvérsia, Lacey, reforçando suas raízes empíricas, não propõe substituir o privilégio concedido ao conhecimento obtido sob estratégias materialistas por um privilégio a ser concedido de modo generalizado e não crítico ao conhecimento tradicional. Quaisquer que sejam as estratégias adotadas, as alegações de conhecimento devem ser avaliadas em virtude dos valores cognitivos que manifestam, não apenas em virtude de sua potencial significância para o complexo de valores adotados. Apreender e aprofundar o entendimento que subjaz às tecnologias tradicionais, separando aquelas que sejam empiricamente sólidas tem sido a maior preocupação daqueles que tentam implementar concepções de desenvolvimento opostas ao 'modernizador'. Porém, a menos que os institutos de pesquisa biotecnológica sejam radicalmente mudados e relacionados com os valores de justiça social, Lacey pensa que a biotecnologia continuará, em sua maior parte, a servir os interesses de expansão da agricultura capitalista-intensiva e o fortalecimento da dependência e desigualdade nas relações de troca, bem como a enfraquecer a habilidade das nações pobres para utilizar um de seus mais valiosos recursos naturais, a riqueza e variabilidade de seus recursos genéticos. Quando uma estratégia está encontrando dificuldades, é sempre relevante perguntar se as dificuldades provêm do modo como o mundo natural seja, ou se resultam de forças sociais opostas. Hoje, freqüentemente se diz que considerar possibilidades que não podem ser realizadas dentro das estruturas do desenvolvimento modernizador é 'irrealista'. Se assim for, pergunta Lacey: "onde está a fonte para a falta de 'realismo': no mundo natural ou no social (incluindo o uso do poder)?"

Outra abordagem alternativa examinada por Lacey é aquela cujas estratégias estão numa relação de mútuo reforço com os valores 'feministas'. Poucos seriamente duvidam da instância crítica representada pelo feminismo para desvelar os vieses que podem estar em jogo nas práticas científicas correntes e advogar mais pesquisas sobre problemas femininos. Mas há forte resistência – em nome da 'autonomia', liberdade, vigor e efetividade da ciência – à idéia de que possa haver uma abordagem feminista da ciência. Lacey considera tais temores equivocados. A abordagem feminista

pode estender as práticas de busca de conhecimento a domínios que têm sido negligenciados. Embora uma estratégia possa ser adotada porque interage em mútuo reforço com certos valores, adotá-la não a compromete, nem pode comprometê-la com a concreta aceitação de qualquer teoria e, a longo prazo, uma estratégia deixa cognitivamente falando, de merecer adoção, se falha em gerar teorias aceitáveis segundo os valores cognitivos que regem tal aceitação. Assim, criticar a visão feminista pela 'intromissão política' que traz, sem considerar os resultados da pesquisa conduzida sob aquela visão, pode-se dizer ser uma defesa 'ideológica' das estratégias materialistas, sugere Lacey. Por trás do feminismo tal como o defendido por Susan Longino e interpretado por Lacey, está uma concepção de natureza humana segundo a qual seres humanos são capazes de agir informados pelos seus próprios valores, à luz dos seus julgamentos sobre as realidades em curso, e de agir eficazmente para produzirem mudanças em si mesmos e na sociedade, com base nas suas percepções. Essa concepção fornece base para para priorizar valores tais como liberdade, autonomia e responsabilidade e parcialmente validar experiências subjetivas de pensamento, deliberação e escolha. Desse modo, mais do que o foco isolado de 'mostrar o gênero', essa moldura dirige a pesquisa para questões não colocadas pelas estratégias materialistas. O feminismo desafia as explicações das estratégias materialistas para as ações humanas, uma vez que tais estratégias as explicam em termos de 'leis' e o feminismo em termos de comportamento 'intencional' – e uma ação não pode ser apresentada, ao mesmo tempo, como intencional e 'legal'. Por exemplo, os valores feministas contestam a explicação fornecida pelo 'modelo linear hormonal' para diferenças sexuais em uma série de comportamentos (incluindo desempenho em testes matemáticos) em termos de diferenças na organização cerebral, as quais são atribuídas, segundo 'leis', a papéis diferenciais dos hormônios gonadais no desenvolvimento fetal. O fato de que Longino preconize, no caso do conflito entre teorias, que os compromissos políticos guiem a escolha, não torna a opção pela pesquisa conduzida sob os valores feministas fruto de um mero desejo, a menos que a pesquisa nos termos do modelo hormonal linear de fato manifestasse valores cognitivos em alto grau. Mas Longino argumenta que essa pesquisa não os manifesta, uma vez que assume, sem uma discussão crítica (o que demandaria o confronto com outras alternativas), que haja diferenças cerebrais essenciais entre fêmeas e machos, a dar conta de uma variedade de diferenças comportamentais. Esse pressuposto não é 'imparcial', mas, ao contrário, envolve um valor – um valor 'sexista' – ao longo de seus valores cognitivos.

A estratégia feminista pode, assim, encorajar o desenvolvimento de pesquisa com modelos do cérebro que conflitem com o modelo em questão. Seu léxico pode permitir a seleção de dados para o entendimento das ações humanas segundo categorias diferentes daquelas das estratégias materialistas e que nem por isso deixam de ser observáveis e objeto de investigação empírica sistemática. Sob o léxico feminista, onde as ações não resultassem dos autênticos valores e crenças de uma pessoa, seria possível explorar os fatores sociais que poderiam causar a diminuição de seu poder

de ser agente. O léxico do modelo linear hormonal carece dos recursos para dar conta do tipo de dado ora descrito. Todas essas considerações, ressalta Lacey, não colocam obstáculos para que se continue a buscar explicar as ações em termos desse modelo, ainda que com seu caráter 'sexista'. Todavia, também não prejudicam a adoção das estratégias feministas para investigar os poderes cognitivos humanos e seu exercício. Num sentido, cada uma das estratégias em questão revela interesses em 'mundos' diferentes e podem ser desenvolvidas sem competir entre si (exceto por verbas, talvez!). Mas, noutro sentido, competem pela produção de teorias explicativas que se aplicam no 'mundo social' e orientam a ação no curso de nossas práticas, seus resultados podendo ser empiricamente testados. Mas, dado o modo corrente de funcionar das nossas instituições, as estratégias feministas terão que 'legitimar' sua abordagem face às materialistas e criticamente testar seus próprios resultados contra os desenvolvidos por essas estratégias. A necessidade – reconhecida pelos seus próprios seguidores – de complementar a pesquisa sobre as ações humanas realizada sob estratégias feministas com pesquisas realizadas sob as estratégias materialistas, não descredencia as primeiras como abordagem essencial, por razões cognitivas, para a avaliação de teorias sobre habilidades cognitivas humanas, seu exercício e legitimação de suas aplicações práticas. Só a comparação crítica entre teorias orientadas por diferentes vieses pode garantir sua aceitabilidade medida em termos de sua adequação empírica, poder explicativo e preditivo, coerência interna, etc. Embora Longino possa lançar dúvidas sobre a idéia de 'valor cognitivo', Lacey enfatiza as aproximações entre as noções de 'valores constituintes' e 'valores contextuais' de Longino e suas noções de 'valores cognitivos' e 'valores' não-cognitivos, respectivamente, bem como entre a sua lista de valores cognitivos e a de Longino, concluindo Lacey que a distinção crucial entre os papéis dos valores cognitivos e dos outros valores pode ser reconciliada com o papel permeante dos valores em todos os processos da ciência, de sorte que a própria inteligibilidade e *rationale* do ganho e aplicação do entendimento empírico sistemático depende desse papel.

É com a exigência dessa reconciliação que Lacey, em seu Capítulo 10, revisa suas teses sobre a 'imparcialidade, 'neutralidade' e 'autonomia' – centralmente colocadas na relação entre ciências e valores – e, com base nessa revisão, conclui sua longa e instrutiva reflexão. Lacey busca expressar a condição de 'imparcialidade' de modo que possa se aplicar à pesquisa conduzida sob qualquer estratégia, sendo esse requisito consistente com o papel que os valores possam desempenhar na escolha da estratégia adotar e com a exigência de que a aceitabilidade de uma teoria dependa apenas do alto grau em que manifeste seus valores cognitivos com relação a seus dados empíricos, sobretudo no que se refere a 'conter as possibilidades do domínio fenomênico' ('abrangência'), 'poder explicativo' e 'capacidade para definir os limites explicativos de uma (dada) teoria'. Os dados empíricos são buscados e registrados à luz de uma (dada) estratégia, da qual se obtém o léxico dos registros observacionais. Assim, teorias desenvolvidas sob diferentes estratégias não competirão por domínios do mesmo 'mundo'; só pode haver competição quando houver uma caracterização

compartilhada de itens de um mesmo domínio, num léxico de práticas sociais da vida e experiência diárias ('o mundo' que possa permanecer enquanto se passa de um "mundo científico' a 'outro mundo científico'). Antes que possa ter lugar uma comparação adequada do grau em que teorias desenvolvidas sob diferentes estratégias exibem os 'valores cognitivos, essas teorias devem ter sido apropriadamente desenvolvidas. Em seu desenvolvimento, são as 'estratégias' que determinam as características que devem ser provisoriamente *consideradas*; em um segundo momento, desenvolvidas as teorias, são os 'valores cognitivos' que devem decidir a sua *aceitabilidade*. Tendemos a adotar estratégias sob as quais esperamos que teorias significativas sejam desenvolvidas. Uma teoria solidamente aceita pode não ser significativa, mas uma teoria *significativa* (quanto a valores sociais) deve também ser *solidamente aceita* (quanto a valores significativos). É no exame das condições dessa aceitação que reside a 'imparcialidade', a qual só é possível quando a pesquisa é conduzida de modo a permitir o desenvolvimento de diferentes estratégias geradoras de diferentes teorias.

Admitido que valores sociais desempenham seu papel na atividade científica, as teorias não são 'neutras', pelo menos no sentido de sua *significância*, que diz respeito à sua aplicação desde o ponto de vista de valores sociais, e, pode-se acrescer, no sentido de que, ao se examinar a 'ciência', não se dever abstrair as teorias de seus processos de produção e avaliação. Assim, será mais adequado mudar o foco da questão da 'neutralidade' de teorias isoladas para práticas científicas. Dado o comprometimento dessas práticas com estratégias de pesquisa inseridas em quadros de valores, a única idéia de 'neutralidade' que pode ser sustentada está de acordo com a de 'imparcialidade' antes examinada. Não há como evitar ou tentar esconder o vínculo de atividade científica com valores sociais sob a alegação de "neutralidade'. O ponto fundamental de referência para as questões valorativas é a contribuição que um dado complexo de valores traga à idéia da natureza humana que se queira realizar. A 'neutralidade', pois, não é neutra, nem decorre apenas de considerações cognitivas e metodológicas, mas de um dado modo de valorizar a vida humana e conceber a natureza e a experiência a ser investigada, a qual estará necessariamente vinculada a um dado quadro valorativo, e advoga a possibilidade de múltiplos enfoques e de sua avaliação comparativa. O que dizer sobre a 'autonomia'? Nas palavras do próprio autor, uma vez que engajar na pesquisa científica é adotar uma estratégia e a adoção de uma estratégia particular só se torna inteligível à luz do seu reforço mútuo com valores, a 'autonomia' quanto a valores sociais e condições institucionais não pode ser sustentada. A 'imparcialidade' é retida como condição viabilizadora e desejável para o avanço da pesquisa, como ideal cuja realização requer, antes que preservar a ciência da influência de valores, permitir uma diversidade de valores, levando a uma variedade de estratégias competidoras. Como as diferentes estratégias venham a interagir com valores sociais que sustentem as mais ricas formas possíveis de realização humana – não é apenas uma questão epistemológica para a compreensão da ciência, mas uma das questões morais mais urgentes em nossos dias, conclui Lacey.

## NORMAS GERAIS DE PUBLICAÇÃO DE TRABALHOS

1. ENCAMINHAMENTO — O autor encaminha seu texto em três vias à direção da Revista, mencionando, em carta, o título completo de seu trabalho, seu nome e sua posição na instituição em que trabalha, bem como os endereços e telefones para contato. Os trabalhos são aceitos para apreciação, supondo-se que sejam trabalhos inéditos e não encaminhados a outros periódicos.
2. APRESENTAÇÃO E EXTENSÃO — Os trabalhos devem ser digitados em folhas de papel de tamanho A4 (210x297mm) ou em folhas de formulário contínuo (220x280mm), numa única face e em espaço duplo. Os artigos devem ter no máximo 10.000 palavras e as resenhas, no máximo, 5 páginas.
3. TÍTULOS, RESUMO E PALAVRAS-CHAVE — EPISTEME recebe artigos em língua portuguesa, espanhola e, excepcionalmente, em língua inglesa. Os títulos dos artigos devem ser em português ou espanhol, conforme o caso, e também em inglês. Devem ser concisos e especificar claramente o assunto tratado no artigo. Cada artigo deve apresentar um resumo de 100/150 palavras em português ou espanhol, e em inglês. O autor deve indicar até cinco palavras-chave *(key words)*, em ambas as línguas, que permitam a adequada indexação do artigo.
4. DISQUETES E FORMATAÇÃO DO TEXTO — É necessário que as cópias de trabalhos em disquetes sejam acompanhadas de cópias impressas em papel. Solicita-se um uso moderado dos recursos de processamento de texto encontrados nos processadores eletrônicos de texto. Utilizar apenas a cor preta para todo o texto. As fontes utilizadas devem ser apenas a *Times*, *Arial* ou *Helvética*, em tamanho máximo 12 para o texto e 10 para as notas. Para os destaques, podem ser utilizados o negrito ou itálico. Evite indentações, tabulações e espaços; evite hifenizações manuais. A razão é que os textos serão padronizados em um único processador e, dadas as peculiaridades de cada processador, eventualmente não é possível recuperar um texto formatado em excesso. Indique no disquete o nome do arquivo, o processador utilizado e sua versão (se o seu processador possui recurso de contar palavras, use-o e indique estes dados).
5. CITAÇÕES E REFERÊNCIAS — As citações literais curtas (menos de 3 linhas) serão integradas no parágrafo, colocadas entre aspas e seguidas pelo sobrenome do autor referido no texto, ano de publicação e página(s) do texto citado, tudo entre parênteses e separado por vírgulas. Quando o nome do autor citado integra a frase, só o ano e o número da(s) página(s) serão colocados entre parênteses. As citações de mais de três linhas serão destacadas no texto em parágrafo especial e "indentadas" (quatro espaços à direita da margem esquerda). As referências sem citação literal devem ser incorporadas no texto, entre parênteses, indicando o sobrenome do autor e o ano da publicação.
6. ILUSTRAÇÕES, FIGURAS E TABELAS — As ilustrações, figuras e tabelas devem ser numeradas com algarismos arábicos na ordem em que serão inseridas no texto e apresentadas em folhas separadas no final do artigo. O texto indicará o lugar aproximado de inserção de cada elemento.
7. NOTAS EXPLICATIVAS — Se necessárias, serão numeradas consecutivamente dentro do texto e colocadas ao pé da página.
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS — No final do trabalho, devem ser incluídas, em ordem alfabética por sobrenome do autor, todas as referências citadas no texto, da seguinte forma:
**Livros**: sobrenome(s) do(s) autor(es) (em maiúsculas), nome(s) dos autores. Título e subtítulo do livro (em itálico). Lugar/Cidade da Editora: nome da Editora (sem constar a palavra "Editora"), ano da publicação.
Ex.: DREYFUS, Hubert L. & RABINOW, Paul. *Michel Foucault: uma trajetória filosófica (para além do Estruturalismo e da Hermenêutica)*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1995.
**Capítulos de livros**: sobrenome(s) do(s) autor(es) (em maiúsculas), nome(s) dos autores. Título e subtítulo do capítulo. In: sobrenome(s) do(s) autor(es) (em maiúsculas), nome(s) dos autores (do livro). Título e subtítulo do livro (em itálico). Lugar/Cidade da Editora: nome da Editora (sem constar a palavra "Editora"), ano da publicação. Páginas.
Ex.: BORNHEIM, Gerd. Sobre o estatuto da razão. In: NOVAES, Adauto (org.). *A crise da razão*. São Paulo: Companhia das Letras; Brasília: Ministério da Cultura; Rio de Janeiro: FUNDARTE, 1996. p. 97-110.
**Artigos de periódicos/revistas**: sobrenome(s) do(s) autor(es) (em maiúsculas), nome(s) do(s) autor(es). Título e subtítulo do artigo. Nome do Periódico/Revista (em itálico), Lugar/Cidade do Periódico/Revista, volume, número, páginas, mês(es) ano.
Ex.: VEIGA-NETO, Alfredo. Ciência, Ética e Educação Ambiental em um cenário pós-moderno. *Educação e Realidade*, Porto Alegre, v. 19, n. 2, p. 141-169, jul./dez. 1994.
**Obs.**: Em quaisquer desses casos acima, se houver mais de três autores, referir o nome do primeiro seguido de *et alii*.
9. PROCESSO DE AVALIAÇÃO — Coloque o nome do autor, título e instituição apenas na capa. Os artigos serão encaminhados para dois pareceristas. Após, encaminha-se ao autor uma resposta de aceitação, possíveis sugestões de modificações ou recusa do artigo. A avaliação é feita no sistema de duplo cego.
10. DIREITO DE RESPOSTA — Comentário de artigo ou réplica estão sujeitos à mesma regra de publicação e podem aparecer no mesmo ou em subseqüente número.
11. RESPONSABILIDADE IDEOLÓGICA — Os artigos cujos autores são identificados representam o ponto de vista de seus autores e não a posição oficial da Revista, do Conselho Editorial ou UFRGS.
12. REVISÃO — A correção lingüística dos textos em idioma estrangeiro é de responsabilidade do(s) autor(es).
13. A Comissão Editorial reserva-se o direito de publicar textos encomendados, reedições ou traduções que julgar pertinentes, no campo da Filosofia e História das Ciências.

### Permuta / Exchange / Cambio / Échange

O Grupo Interdisciplinar de Pesquisa em História e Filosofia da Ciência do Instituto Latino-Americano de Estudos Avançados interessa-se em estabelecer permuta de sua publicação EPISTEME com revistas congêneres nacionais e estrangeiras.